



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.*

Kuhlmann, F., Kurz, J.: Simulationsmodell zur Entwicklung und zum Test von Instrumenten zur Steuerung von Schweineproduktionssystemen bei unsicheren Produkt- und Produktionsmittelerwartungen. In: Langbehn, C., Stamer, H.: Agrarwirtschaft und wirtschaftliche Instabilität. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 13, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1976), S. 501-520.

SIMULATIONSMODELL ZUR ENTWICKLUNG UND ZUM TEST VON
INSTRUMENTEN ZUR STEUERUNG VON SCHWEINEPRODUKTIONSSYSTEMEN
BEI UNSICHEREN PRODUKT- UND PRODUKTIONSMITTELPREISERWARTUNGEN

von

Friedrich Kuhlmann und Joachim Kurz, Giessen

1	Zur Fragestellung	502
2	Zur Methodik	504
2.1	Das Modellproduktionssystem	504
2.2	Aufbau und Arbeitsweise des Simulationsmodells	504
3	Anwendung des Simulationsmodells für die Frage des optimalen Verkaufszeitpunktes von Schlachtschweinen	505
3.1	Eingrenzung des Handlungsfeldes	505
3.2	Verfahren der Preiseinschätzung	508
3.2.1	Schweinemast ohne Berücksichtigung des Verkaufspreises	508
3.2.2	"Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis"	508
3.2.3	Die Preisprognose mit dem linearen Filter	508
3.2.4	Preisprognose mit dem Verfahren von WINTERS	508
3.2.5	Preisprognose mit dem Verfahren von HARRISON	509
3.3	Die verwendeten heuristischen EntscheidungsROUTINEN	509
3.3.1	Die EntscheidungsROUTINE bei Nichtberücksichtigung des Verkaufspreises	509
3.3.2	Die EntscheidungsROUTINE "Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis"	509
3.3.3	Die EntscheidungsROUTINE "Zukunftspreis größer Gegenwartspreis"	512
3.3.4	Eine allgemeinere EntscheidungsROUTINE	512
3.4	Rechnungen und Ergebnisse	512
3.4.1	Zur Versuchsanstellung	512
3.4.2	Zur Messung der relativen Vorzüglichkeit der Prognoseverfahren und EntscheidungsROUTINEN	515
3.4.3	Ergebnisse der Rechnungen	515
3.5	Schlußbemerkung	517
4	Zusammenfassung	518

1 Zur Fragestellung

Bei der Schlachtschweineerzeugung ergeben sich wichtige Fragen der laufenden Produktions- und Bestandssteuerung dadurch, daß die Preise der wesentlichen Inputs und Outputs im Zeitablauf größeren Schwankungen unterliegen. Aus dieser Tatsache wächst das bekannte Bestreben, Futter und Ferkel als Inputs möglichst dann zu beschaffen, wenn die Preise relativ niedrig sind, und Ferkel und Schlachtschweine als Outputs möglichst dann abzusetzen, wenn die Preise relativ hoch sind.

Da der Produktionsprozeß für Schweine über einen längeren Zeitraum läuft und der einmal begonnene Prozeß kaum abgebrochen und nur innerhalb bestimmter Grenzen verlängert oder verkürzt werden kann, müßten Faktor- und Produktpreise über gewisse Zeiträume vorher bestimmt werden können, damit sich die angedeutete Absatz- und Beschaffungspolitik erfolgreich in die Tat umsetzen läßt (vgl. 4, 7, 11, 18, 24).

Leider kann der Mensch nicht in die Zukunft blicken. Auch Preise für Produkte und Produktionsmittel lassen sich daher nicht sicher vorhersagen. Man kann jedoch versuchen, durch die Anwendung von Prognoseverfahren und Entscheidungsregeln, die vergangene Erfahrungen systematisch berücksichtigen, die Gefahr von Fehlentscheidungen zu senken. Entscheidet sich der Landwirt weniger falsch, so steigt dadurch c.p. die Wirtschaftlichkeit seines Produktionssystems.

In den letzten Jahren wurde eine ganze Reihe von Vorschätzungsverfahren entwickelt, die auch für das hier anstehende Problem grundsätzlich geeignet erscheinen (vgl. etwa 6, 12, 13, 21, 22, 25). Außerdem bemüht man sich um die Entwicklung der zugehörigen sogenannten heuristischen Entscheidungsroutrinen (vgl. 2, 14, 16, 19, 23).

Zur Bestimmung der Effizienz dieser Verfahren und zur Auswahl der zweckmäßigsten Alternativen braucht man jedoch eine Testmöglichkeit. Da Tests über längere Zeiträume in wirklichen Schweineproduktionsunternehmen außerordentlich teuer und zeitraubend sind, benötigt man einen Prüfstand, der in kurzer Zeit bei geringeren Kosten die gleichen Ergebnisse liefern kann.

Als geeignete Prüfstände für ökonomische Tests haben computerisierte Simulationsmodelle seit einiger Zeit Bedeutung erlangt. Sie dienen als betriebswirtschaftliche Laboratorien (3, 7, 9, 15, 16, 17).

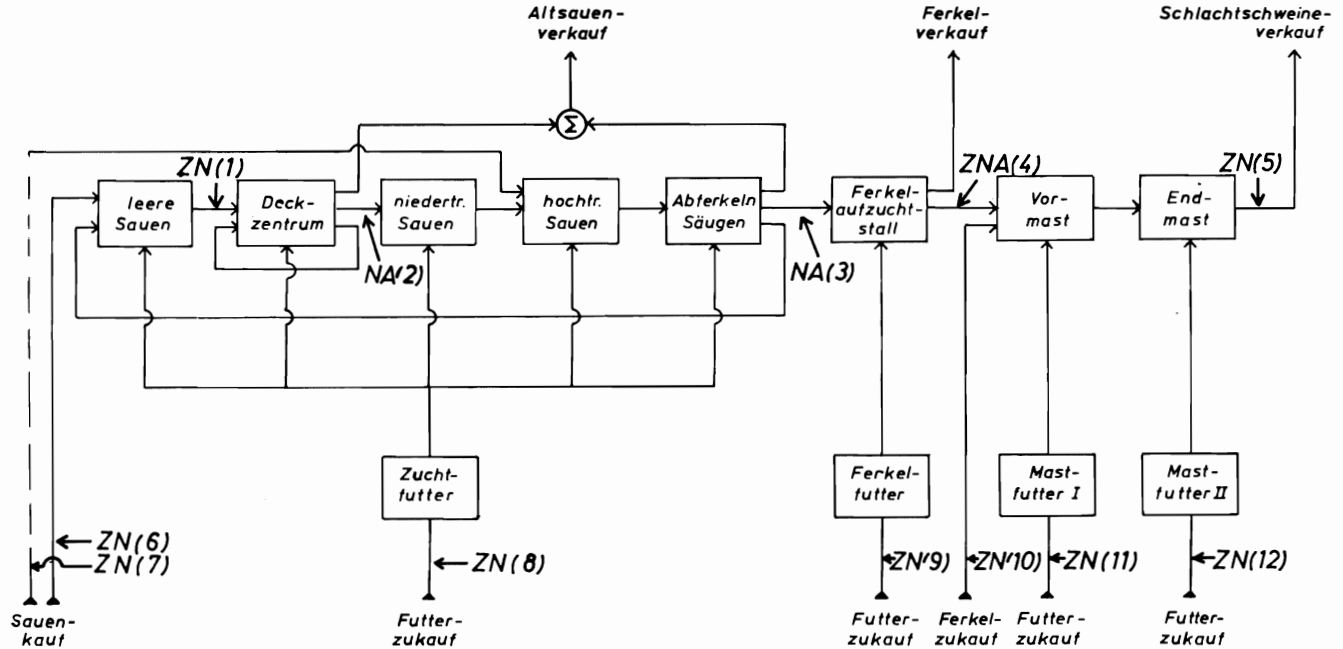
Der vorliegende Beitrag baut auf der Annahme auf, daß ein dynamisches Simulationsmodell eines Schweineproduktionssystems als Hilfsmittel zur Entwicklung und zum Test von Vorschätzungsverfahren und Entscheidungsroutrinen für das laufende Management von Schweineproduktionssystemen geeignet ist. Die Fragestellung lautet daher:

Läßt sich die relative Zweckmäßigkeit von Vorschätzungs- und Entscheidungsverfahren anhand eines dynamischen Simulationsmodells testen und wenn ja, wie stellt sich die relative Vorzüglichkeit der möglichen Alternativen im Hinblick auf die damit erzielbare Rentabilitätssteigerung des Produktionssystems dar?

Zur Beantwortung dieser Frage bietet sich folgender Aufbau des Beitrages an:

Zunächst wird das Modell-Produktionssystem dargestellt, welches dem Simulationsmodell unterliegt. Danach werden einige Eigenheiten des Simulationsmodells beschrieben. Im dritten Abschnitt werden dann die in Frage stehenden Vorschätzungs- und Entscheidungsverfahren vorgestellt. Diese Verfahren werden für einen Entscheidungsbereich - nämlich den optimalen Verkaufszeitpunkt von Schlachtschweinen - geprüft. Versuchsanstellung, Technik der Ergebnsgewinnung und die Ergebnisse werden im letzten Abschnitt abgehandelt.

Abb. 1: Funktionales Blockdiagramm des Schweineproduktionssystems



Zeichenerklärung

□ Kapazität (Stall, Lager)

→ Steuerungsentscheidung

A = Allokationsentscheidung

→ Strom (Tiere, Futter)

Z = Entscheidung über Zeitpunkt (wann?)

N = Niveauentscheidung (wieviel?)

ILB Giessen 1975

2 Zur Methodik

2.1 Das Modellproduktionssystem

Das Schweineproduktionssystem, das dem Simulationsmodell unterliegt, ist in Abbildung 1 als funktionales Blockdiagramm dargestellt. Aus der Abbildung geht hervor, daß das Modell sowohl den Zucht- als auch den Mastbereich umfaßt. Sämtliche Tiere werden zur Vereinfachung mit Fertigfutter versorgt.

Weiterhin wird deutlich, wo, welche Entscheidungen zur Steuerung des Produktionssystems getroffen werden müssen. Prinzipiell lassen sich die Entscheidungen in drei Gruppen gliedern:

1. Entscheidungen über den Zeitpunkt einer zu treffenden Maßnahme (Z): Wann?
2. Entscheidungen über das Niveau einer zu treffenden Maßnahme (N): Wieviel?
3. Entscheidungen über Richtung und Verteilung von Güterströmen (Allokation) (A): Wohin?

Im einzelnen können für das Modell 12 Entscheidungspunkte identifiziert werden. Zur Erläuterung sollen die Problemstellungen der Entscheidungspunkte (1), (4) und (5) hier angeführt werden:

- (1) ZN: Wann sollen wieviel der leeren Sauen zum Decken in das Deckzentrum versetzt werden?
- (4) ZNA: Wann sollen wieviel der im Ferkelaufzuchtstall vorhandenen Ferkel verkauft und/oder in die Vormast übernommen werden?
- (5) ZN: Wann, d.h. mit welchem Endgewicht sollen wieviel der im Endmaststall vorhandenen Schweine verkauft werden?

Sämtliche 12 Entscheidungsbündel hängen von gegenwärtigen und zukunftsbezogenen internen und externen Daten ab (Betriebsdaten und Umweltdaten).

Interne Daten von besonderer Bedeutung sind zum einen der gegenwärtige Zustand des Systems - nämlich die verfügbaren Kapazitäten und ihr gegenwärtiger Auslastungsgrad - und zum anderen die zukünftigen Systemzustände, die im produktionstechnischen Bereich relativ sicher vorhersehbar sind.

Externe Daten von besonderer Bedeutung sind vergangene, gegenwärtige und zukünftige Preise für Futtermittel, Ferkel- und Schlachtschweine sowie für Jungsauen und Altsauen. Namentlich für die Beschaffung der zukünftigen externen Daten sind die Prognoseverfahren von Bedeutung.

2.2 Aufbau und Arbeitsweise des Simulationsmodells

Aus der Beschreibung des Produktionssystems geht hervor, daß sich das zugehörige Simulationsmodell aus den Modellkomponenten "Hardware", "Software" und "Systemumwelt" zusammensetzen sollte.

Die Hardware besteht aus den Beständen und Strömen an monetären und realen Gütern. Die Stall- und die Lagerkapazitäten müssen hier erfaßt werden. Geldbestände sind zu messen. Die Ströme an Tieren, Futter, Hilfsstoffen und Geld in Form von Ausgaben und Einnahmen müssen im Zeitablauf simuliert werden.

Die Hardwarekomponente des Produktionssystems wird mit Hilfe eines Systems von Differentialgleichungen, deren unabhängige Variable die Zeit ist, abgebildet. Wandelt man diese Differentialgleichungen in Differenzgleichungen mit kleinem Zeitintervall Δt um, so läßt sich das Gleichungssystem für Computer programmieren und numerisch lösen, d.h. auf rekursivem Wege durchrechnen (vgl. dazu 1, 8, 10, 16, 26). Wählt man das Zeitintervall z.B. mit einer Woche, so läßt sich das Produktionssystem in wöchentlichen Schritten über prinzipiell beliebig lange Zeiträume in seinem Ablauf simulieren. Diese Vorgehensweise wurde für das vorliegende Modell gewählt.

Die Software des Modells besteht aus den Datenerfassungs-, Datenvorschätzungs- und Entscheidungsinstrumenten, sowie aus Kontrollrechnungsverfahren, die das wirtschaftliche Ergebnis der simulierten Unternehmung im Zeitablauf messen. Die Entscheidungsinstrumente steuern nach Maßgabe der

gelieferten internen und externen Daten sowie unter Beachtung der modellextern vorgegebenen Zielfunktion die realen und monetären Ströme der Hardwarekomponente. Als Zielfunktion wurde die Maximierung der Kapitalrentabilität des Produktionssystems gewählt. Die Entscheidungsinstrumente sollen also den zeitlichen Ablauf, die Niveaus und die Allokationen der Ströme so steuern, daß die Kapitalrentabilität des Produktionssystems im Zeitablauf möglichst hoch wird.

Die Systemumwelt ist diejenige Modellkomponente, in der die benötigten externen Daten erzeugt werden, die dann über die Datenerfassungs- und Datenvorschätzungsinstrumente den Entscheidungsinstrumenten zur Weiterverwendung zugeleitet werden. Für die Erzeugung von Zeitreihen der hier abzubildenden Faktor- und Produktpreise bieten sich zwei Möglichkeiten an. Entweder man bestimmt die Preisfunktionen mit der Zeit als unabhängiger Variable aus mehreren Sinusfunktionen, einer Trendkomponente und einem Zufallszahlengenerator für die kurzfristigen Preisausschläge oder man verwendet eine in der Vergangenheit tatsächlich aufgetretene Preisreihe. Hier wurde zunächst der zweite Weg beschrritten. Die Systemumwelt enthält die wöchentlich erfaßten Preise für Schlachtschweine, Ferkel und Fertigfutter während der vergangenen 10 Jahre für den Marktort Frankfurt (vgl. 27, 28).

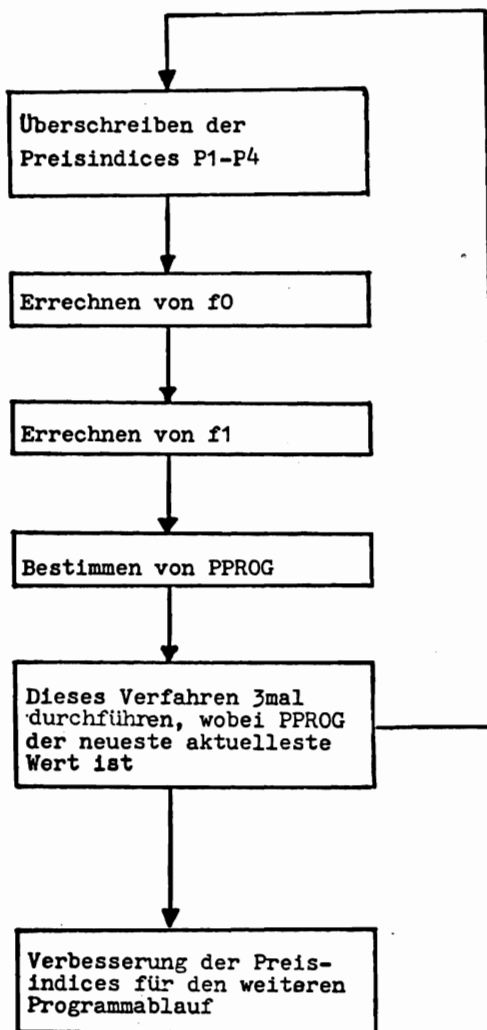
Das zentrale Wesensmerkmal des Simulationsmodells ist nun die Stimulanz-Reaktions-Beziehung zwischen der Systemumwelt und den Datenerfassungs- und Vorschätzungsverfahren. Zu jedem Zeitpunkt des Simulationslaufes "kennen" die Softwarekomponenten des Modells nur die jeweils bis dahin in der Vergangenheit aufgetretenen Preise. Auf der Basis dieser Erfahrungen schätzen sie die Preisentwicklung dann für den jeweils benötigten Planungshorizont vor. Die Vorschätzungsinstrumente kennen also den weiteren Verlauf der Preise nicht. Sie liefern den Entscheidungsinstrumenten geschätzte Daten, die dort als Entscheidungsgrundlage dienen. Die Kontrollrechnungsinstrumente verwenden für die Erfolgsrechnung später jedoch die dann tatsächlich eingetretenen Preise. Insofern entsteht also im Modell der gleiche Zusammenhang zwischen geschätzten und später realisierten Werten, wie in der Realität. Durch diese Modelleigenheit bietet sich die Möglichkeit des Tests von Datenvorschätzungsverfahren und von Entscheidungsregeln. Die Effizienz der Vorschätzungen und Entscheidungen kann dann mittels der Kontrollrechnungen durch die jeweils erreichte Rentabilität gemessen werden.

3 Anwendung des Simulationsmodells für die Frage des optimalen Verkaufszeitpunktes von Schlachtschweinen

3.1 Eingrenzung des Handlungsfeldes

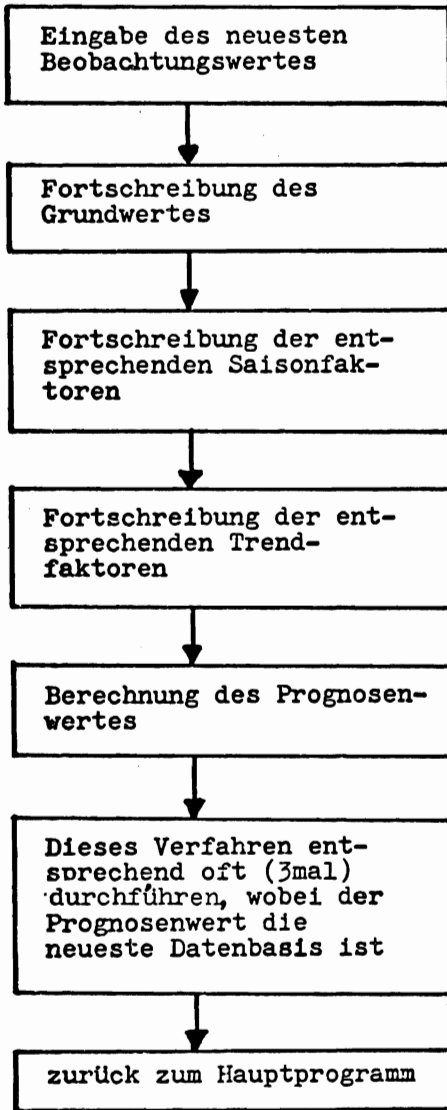
Für den vorliegenden Beitrag wurde das Simulationsmodell für den Test von Vorschätzungs- und Entscheidungsverfahren zur Bestimmung des optimalen Verkaufszeitpunktes von Mastschweinen verwendet. Im laufenden Betrieb stellt sich dabei die Frage, ob gegebenenfalls vorhandene Schlachtschweine mit einem Gewicht von 90 kg sofort oder in den folgenden Wochen verkauft werden sollen. Da die Schweine bis zu einem Endgewicht von 105 kg ohne Preisabschläge abgesetzt werden können und die durchschnittliche wöchentliche Zunahme ca. 5 kg beträgt, ergibt sich ein Spielraum für den Verkauf von maximal 3 Wochen. Die Verkaufspreise müssen also für höchstens 3 Wochen vorgeschätzt werden. Aufgrund dieser Vorschätzungen wird nun im Modell wöchentlich entschieden - falls Schweine der Gewichtsklasse zwischen 90 und 100 kg vorhanden sind - ob diese Schweine jetzt oder später verkauft werden sollen. Die für diese Entscheidungen als Voraussetzung in Frage kommenden Vorschätzungsverfahren und Entscheidungsrouitinen werden in den folgenden Abschnitten dargestellt.

Abb 2: Linearer Filter:



P1 - P4: Preise der vergangenen fünf Wochen
f0 : Glättungsparameter
f1 : Glättungsparameter
PPROG: Prognostizierter Preis

Abb 3: Verfahren von Winters:



Es müssen gespeichert werden:	Der Grundwert
	Die Saisonfaktoren
	Der Trendfaktor
	Die konstanten Glättungsparameter
Von Aufruf zu Aufruf jeweils die Werte des ersten SuB-Durchlaufs!	

3.2 Verfahren der Preiseinschätzung

3.2.1 Schweinemast ohne Berücksichtigung des Verkaufspreises

Diese sogenannte Nullvariante berücksichtigt keine Verkaufspreise. Die erzeugten Schlachtschweine werden vielmehr mit einem bestimmten Endgewicht abgesetzt. Eine Variation der Rentabilität kann hier nur durch eine Variation der Endgewichte, d.h. der Mastdauer, erreicht werden.

3.2.2 "Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis"

Zur Entscheidung, ob Schweine innerhalb des zulässigen Gewichtsabschnittes zwischen 90 und 105 kg verkauft werden sollen, wird hier unterstellt, daß die Preise der folgenden Wochen dem gegenwärtigen Preis entsprechen. Auf dieser Basis wird die Grenzrentabilität der Weitermast berechnet (vgl. Entscheidungsroutine 3.3.2).

3.2.3 Die Preisprognose mit dem linearen Filter

Das einfachste getestete Vorschätzungsverfahren, das vergangene Erfahrungen über einen längeren Zeitraum berücksichtigt, ist der lineare Filter (vgl. 12, 22). Die Grundformel dafür lautet:

$$\hat{x}_{t+1} = x_t * f_0 + x_{t-1} * f_1$$

Darin ist:

- \hat{x}_{t+1} = Prognosewert
- x_t = aktuellster Beobachtungswert
- x_{t-1} = Beobachtungswert der Vorperiode
- f_0, f_1 = Vorhersagefilter

Die Grundannahme dieses Verfahrens unterstellt eine Korrelation zwischen Ereignissen der Vergangenheit mit denen der Zukunft. Es werden die Entwicklungen der vergangenen Perioden gefiltert fortgeschrieben. Dieses Verfahren verwendet nur Werte der letzten Perioden und berücksichtigt keine Entwicklungen der Vorsaison oder des Vorzyklus. Abbildung 2 zeigt den Ablauf des Verfahrens.

3.2.4 Preisprognose mit dem Verfahren von WINTERS

Die Grundformel des WINTERSchen Prognoseverfahrens ist (22, 25):

$$\hat{x}_{t+i} = (\hat{a}_t + i \hat{b}_t) \hat{s}_{|j}$$

Darin ist:

- \hat{x}_{t+i} = Prognosewert, berechnet zum Zeitpunkt t für den Zeitpunkt t + i, i Perioden voraus
- \hat{a}_t = Grundwert, berechnet zum Zeitpunkt t
- \hat{b}_t = Trendfaktor, berechnet zum Zeitpunkt t
- $\hat{s}_{|j}$ = Saisonfaktor, berechnet zum Zeitpunkt $l = t - L + (i \bmod L)$,
mit der Ordnungsnummer $j = (t+i) \bmod L$ (L = Länge eines Saisonzyklus)

Der Grundwert wird errechnet und um einen Bruchteil A ($0 < A < 1$) der Differenz zwischen "tatsächlichem" und erwartetem Grundwert der Vorperiode korrigiert. Dieses Verfahren berücksichtigt dadurch die Fehlerabweichungen der Vorperiode.

Saison- und Trendfaktor werden ermittelt, indem diese Faktoren der Vorsaison der entsprechenden Perioden um einen Bruchteil der aufgetretenen Fehlerabweichung korrigiert und exponentiell geglättet fortgeschrieben werden. Der Ablauf des Verfahrens geht aus Abbildung 3 hervor.

3.2.5 Preisprognose mit dem Verfahren von HARRISON

Die Prognoseformel von HARRISON hat die Form (13, 22):

$$\hat{x}_{t+i} = (\hat{a}_t + i \hat{b}_t) * \hat{s}_{t+i}$$

Darin ist:

\hat{x}_{t+i} = Prognosewert, berechnet zum Zeitpunkt t für den Zeitpunkt $t + i$, also i Perioden voraus

\hat{a}_t = Grundwert, berechnet zum Zeitpunkt t

\hat{b}_t = Trendfaktor, berechnet zum Zeitpunkt t

\hat{s}_{t+i} = Saisonfaktor, berechnet zum Zeitpunkt t für den Zeitpunkt $t+i$

Grundwert und Trendfaktor werden ähnlich dem Verfahren von WINTERS zur Grundwertfortschreibung korrigiert und fortgeschrieben. HARRISON korrigiert aber nicht um die Grundwertfehlerdifferenz, sondern um die gesamte Vorhersagefehlerdifferenz $x_t - \hat{x}_t$ und vermindert damit den systematischen Fehler des WINTERSschen Verfahrens.

Die Saisonfaktoren werden nicht gespeichert, sondern für jeden Zeitpunkt neu errechnet. HARRISON geht hierbei von der Annahme aus, daß zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Satz von Saisonfaktoren existiert. Diese Faktoren sind laut Annahme nicht untereinander unabhängig, sondern können mit Hilfe einer noch genauer zu ermittelnden Funktion in Abhängigkeit von der Zeit und bestimmte Koeffizienten berechnet werden. Es werden hierzu die harmonischen Funktionen $\cos(j)$, $\sin(j)$, .. $\cos(mj)$, $\sin(mj)$ genommen. Der Ablauf des Verfahrens geht aus Abbildung 4 hervor.

3.3 Die verwendeten heuristischen Entscheidungsrouitinen

3.3.1 Die Entscheidungsroutine bei Nichtberücksichtigung des Verkaufspreises

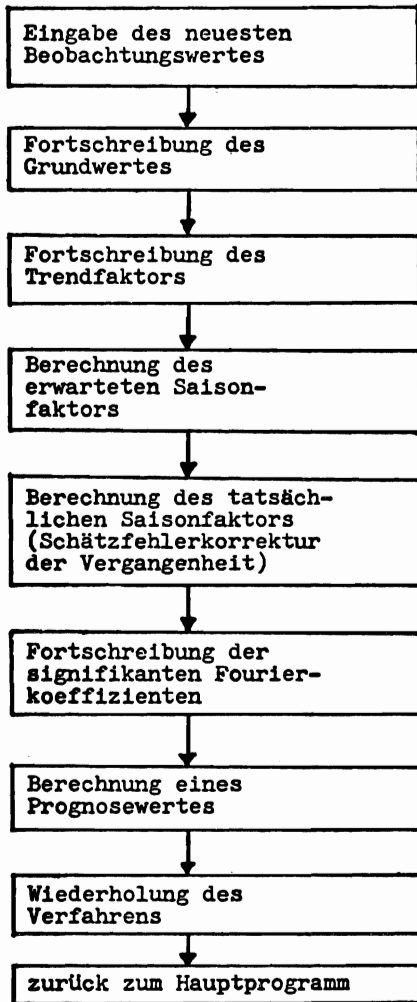
In dieser Routine werden starre, preisunabhängige Verkaufspolitiken unterstellt. Das einmal gewählte Verkaufsgewicht (90, 95, 100 oder 105 kg) wird während der ganzen Simulationszeit beibehalten.

3.3.2 Die Entscheidungsroutine "Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis"

Hier wird geprüft, welche Gewichtsklasse zur Entscheidung ansteht und ob Tiere dieses Gewichts vorhanden sind. Ist letzteres der Fall, so kann vorgegeben werden, ob in dieser Gewichtsklasse durchgemästet oder über die Weitermast entschieden werden soll. Im Falle der Entscheidung wird geprüft, ob der geltende Marktpreis die Kosten der Weitermast deckt. Ist das der Fall, so wird weitergemästet, ist das nicht der Fall, so werden die Schweine mit diesem Gewicht verkauft. Das Flußdiagramm der Abbildung 5 verdeutlicht den Zusammenhang.

Die in der Routine als Entscheidungskriterium verwendeten Weitermastkosten setzen sich als Grenzkosten aus den zusätzlichen Futterkosten, den zusätzlichen weiteren variablen Nebenkosten (Strom, Wasser usw.) und aus den Nutzungskosten zusammen. Die Nutzungskosten sind der Ansatz für den entgangenen Nutzen, der dadurch entsteht, daß weitergemästet wird und somit der Stallplatz eine Woche später für einen neuen Mastprozeß verfügbar wird (vgl. dazu auch 5, S. 275 ff). Die Nutzungskosten spielen eine wichtige Rolle für die Kapitalrentabilität des Produktionssystems. Ihre

Abb 4: Verfahren von Harrison:



Es müssen gespeichert werden:

Der Grundwert

Der Trendfaktor

Die Anzahl der signifikanten Fourier-Koeffizienten

Die $2m'$ signifikanten Fourier-Koeffizienten

Die m' Frequenzen der signifikanten Fourier-Koeffizienten

2 Konstante

$5 + 3 m'$ Speicherplätze

Abb. 5: Flußdiagramm der Entscheidungsroutine
 "Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis"

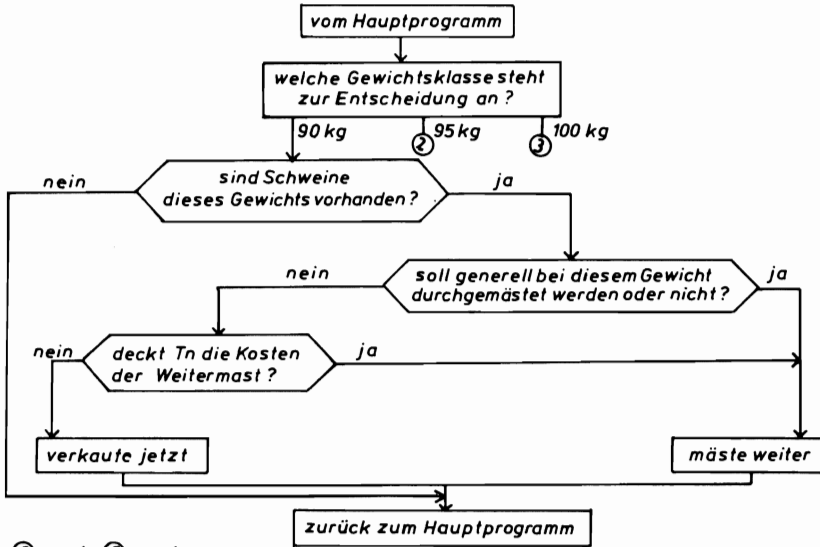
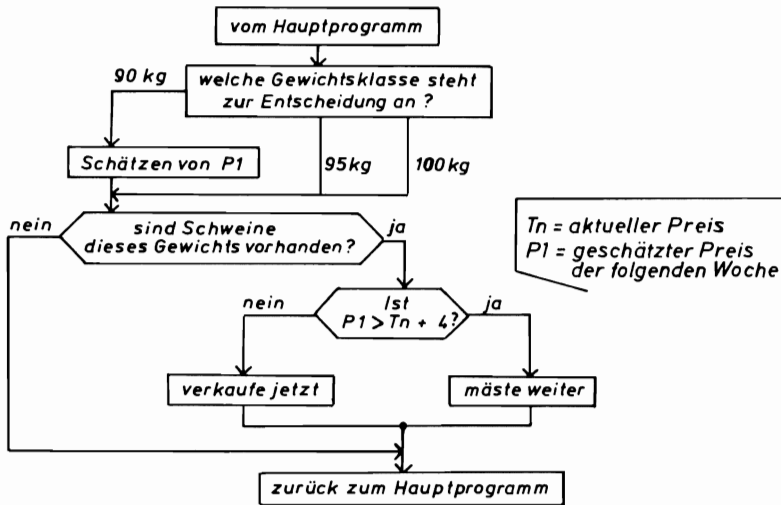


Abb. 6: Flußdiagramm der Entscheidungsroutine
 "Zukunftspreis größer als Gegenwartspreis"



Höhe wurde deshalb in verschiedenen Simulationsläufen variiert (vgl. Abschnitt 3.4.3 dieses Beitrages).

3.3.3 Die Entscheidungsroutine "Zukunftspreis größer Gegenwartspreis"

Einmal pro Woche – falls Schweine von mindestens 90 kg Lebendgewicht vorhanden sind – wird der Preis der nächsten Woche mit jeweils einem der Prognoseverfahren vorgeschätzt. Dann wird geprüft, ob der Preis der nächsten Wochen den Preis dieser Woche um einen bestimmten Betrag 1) übersteigt. Ist das der Fall, so wird weitergemästet, ist das nicht der Fall, so wird verkauft. Das Flußdiagramm der Abbildung 6 zeigt den Entscheidungsablauf schematisch.

3.3.4 Eine allgemeinere Entscheidungsroutine

Der schematisierte Entscheidungsablauf bei dieser Routine geht aus dem Flußdiagramm der Abbildung 7 hervor. Dabei wird deutlich, daß für diese Routine Preisvorschätzungen für einen Zeitraum von maximal drei Wochen erforderlich sind. In die Entscheidungsroutine wird selbstverständlich nur dann eingetreten, wenn Schweine von mindestens 90 kg Lebendgewicht vorhanden sind. Ist das der Fall, so läuft der Entscheidungsvorgang – wie Abbildung 7 zeigt – über eine Kaskade von If-Statements. Darin sind P_1 , P_2 und P_3 die erwarteten Preise für die drei folgenden Zukunftswochen. Die in dieser Routine auftretenden Beträge von 3, -- bzw. 5, -- DM stellen "Werte der Risikobereitschaft" dar. Sie haben sich durch "Probieren" als zweckmäßig erwiesen.

Auch bei dieser Entscheidungsroutine werden die Kosten der Weitermast – ebenso wie bei der Routine 3.3.2 – als Kriterium verwendet. Die Höhe der darin enthaltenen Nutzungskosten wird in mehreren Simulationsläufen variiert.

3.4 Rechnungen und Ergebnisse

3.4.1 Zur Versuchsanstellung

Zum Test der vorher beschriebenen Prognoseverfahren und EntscheidungsROUTINEN wurde von dem gesamten Simulationsmodell nur derjenige Teil verwendet, der die Schweinemast betrifft, d.h. es wird der Ferkelzukauf angenommen. Die Simulationszeit für sämtliche Läufe betrug 10 Jahre in wöchentlichen Schritten.

Für den Maststall wurde eine Kapazität von 1200 Stallplätzen unterstellt. Der Stall ist in Langbuchten mit Quertrügen aufgeteilt. Die Fütterung soll mit Fertigfutter durch Futterwagen erfolgen. Die Baukosten je Stallplatz betragen damit 487, -- DM.

Für die Ferkel- und die Fertigfutterpreise wurden ebenso wie für den Schlachtschweinepreis die tatsächlichen Preisverläufe während der vergangenen 10 Jahre für den Marktort Frankfurt unterstellt (vgl. 27, 28). Für die variablen Nebenkosten wurden je Tier und Woche 0,59 DM angenommen. Der Arbeitsbedarf beträgt je Platz und Woche 2,55 min. Der Bruttostundenlohn steigt während der Simulationszeit von 10, -- auf 14, -- DM an. Die Futtermittelverwertung verbessert sich während der 10-jährigen Periode von 1:3,7 auf 1:3,4. Der Unternehmer lemt und nutzt Zuchterfolge. Die Verluste betragen 2,5 % der eingestellten Tiere.

Für jeden Simulationslauf wurde die Schweinemast als kontinuierlicher Prozeß gestartet, d.h. es waren zu Beginn eines jeden Laufes Schweine jeden Alters im Maststall vorhanden.

1) Dieser Preis ist als Sicherheitsäquivalent anzusehen. Für die vorliegenden Rechnungen ergab sich ein Betrag von 4, -- DM je 100 kg als ein geeigneter Wert.

Abb. 7 : Flußdiagramm einer allgemeinen Entscheidungsroutine für alle Vorschätzverfahren
 Teil 1

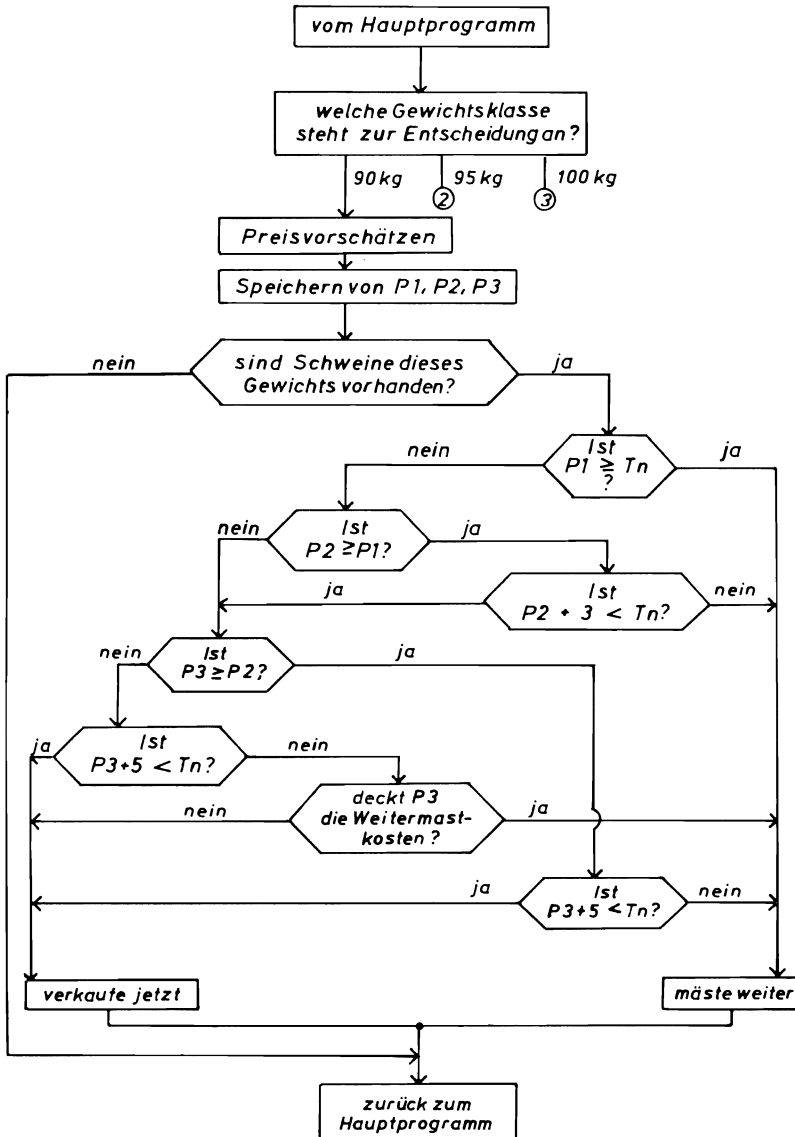
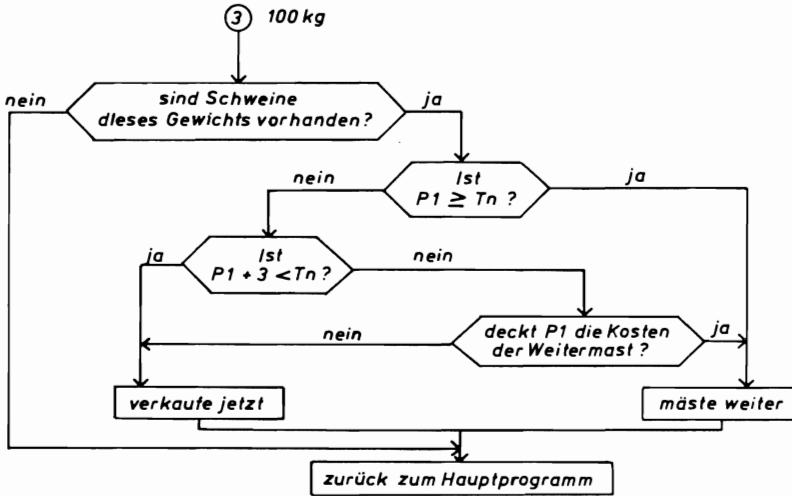
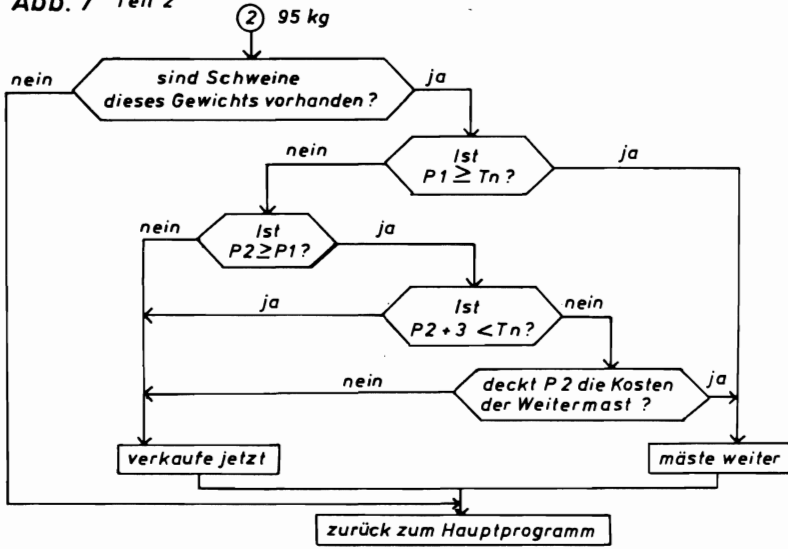


Abb. 7 Teil 2



T_n = aktueller Preis

P_1 = geschätzter Preis in einer Woche
 P_2 = " " " zwei Wochen
 P_3 = " " " drei "

Die einzelnen durchgeführten Versuche, d.h. die einzelnen getesteten Kombinationen von Prognoseverfahren und Entscheidungsroutinen werden im Abschnitt 3.4.3 bei der Kommentierung der Ergebnisse beschrieben.

3.4.2 Zur Messung der relativen Vorzüglichkeit der Prognoseverfahren und Entscheidungsroutinen

Die relative Vorzüglichkeit der möglichen Kombinationen wurde anhand der mittleren jährlichen Gesamtkapitalrentabilität gemessen, die während der 10-jährigen Simulationsläufe erreicht wurde. Die jährliche Gesamtkapitalrentabilität ergibt sich nach folgender Formel:

$$\varnothing \text{ jährlicher Gesamtkapitalrentabilität in \%} = \frac{\text{Gesamtgewinn : 10 Jahre}}{\text{Gesamtkapitalbedarf}} \times 100$$

Den Gesamtgewinn erhält man wie folgt:

Gesamtgewinn = Kassenendbestand + bewertete Endbestände - abgeschriebene Baukosten

Für den Stall wurde eine \varnothing Gesamtlebensdauer von 10 Jahren (ohne Reparaturkostenansatz) angenommen. Die abgeschriebenen Baukosten betragen für 10 Jahre also bei linearer Abschreibung 100 % des Neuwertes.

Der Gesamtkapitalbedarf wurde wie folgt ermittelt:

Gesamtkapitalbedarf = Baukosten + maximal notwendiges Umlaufvermögen. Das maximal notwendige Umlaufvermögen ergibt sich in der ersten Mastphase als größte negative Differenz zwischen laufenden Einnahmen (Schlachtschweine) und laufenden Ausgaben (Futter, Ferkel usw.). Ihre Höhe differiert je nach der eingesetzten Verkaufspolitik.

3.4.3 Ergebnisse der Rechnungen

Gewissermaßen als Nullvariante wurde zunächst die Verkaufspolitik ohne Berücksichtigung des Verkaufspreises bei unterschiedlichen Mastendgewichten getestet (vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.3.1). Tabelle 1 zeigt, wie sich die unterschiedlichen Endgewichte auf die Zahl der Umtriebe pro Jahr und die durchschnittliche Gesamtkapitalrentabilität auswirkten. Dabei wird deutlich, daß - verständlich angesichts im Zeitablauf schwankender Ferkel-, Futter- und Schlachtschweinepreise - kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Umtriebsgeschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit festzustellen ist.

Im nächsten Schritt wurde die Auswirkung einer Kombination des primitivsten Vorschätzungsverfahrens "Zukunftspreis gleich Gegenwartspreis" (Abschnitt 3.2.2) und der zugehörigen Entscheidungsroutine (Abschnitt 3.3.2) geprüft. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse dieser Rechnungen.

Bei dieser Steuerungspolitik müssen für eine Weitermast über 90 kg hinaus die Kosten der Weitermast gedeckt sein. Zu den Weitermastkosten gehören grundsätzlich auch die Nutzungskosten. In den Läufen 1 und 2 wurde deshalb überprüft, wie sich ihre Berücksichtigung auswirkt. Die Rentabilität steigt bei positiven Nutzungskosten deutlich an. In den Läufen 3 und 4 wurde dann geprüft, ob ein Verbot der sich im ersten Versuch (vgl. Tabelle 1) als besonders ungünstig erwiesenen Verkaufsgewichte von 90 bzw. 90 und 100 kg zu einer Rentabilitätssteigerung führen könnte. Das ist tatsächlich der Fall, wie aus Tabelle 2 hervorgeht.

Im dritten Versuch wurden die drei anspruchsvolleren Prognoseverfahren (linearer Filter, WINTERS, HARRISON) mit der Entscheidungsroutine "Zukunftspreis größer Gegenwartspreis" (Abschnitt 3.3.3) kombiniert. Eine Weitermast über 90 kg Verkaufsgewicht hinaus erfolgte nur dann, wenn der jeweils für die nächste Woche von dem Prognoseverfahren vorgeschätzte Preis um mindestens 4,- DM je 100 kg Lebendgewicht höher erwartet wurde. Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse dieser Läufe.

Tabelle 1: Wirtschaftlichkeit der Schlachtschweinerzeugung in Abhängigkeit vom Mastendgewicht ohne Berücksichtigung der Verkaufspreise

Ifd. Nr.	Steuerungs-Alternativen		Umtriebe/Jahr	Ø Kapitalrentabilität
	Abschnitt 1)	Endgewicht		
1	(3.2.1 + 3.3.1)	90 kg	2,97	- 0,310 DM
2	"Keine Berücksichtigung	95 kg	2,81	+ 0,155 DM
3	des Verkaufspreises"	100 kg	2,67	+ 0,114 DM
4		105 kg	2,52	+ 0,174 DM

- 1) die in Klammern angegebenen Zahlen weisen darauf hin, in welchen Abschnitten dieses Beitrages die zugehörigen Prognoseverfahren und Entscheidungsroutinen beschrieben wurden.
- 2) in allen Tabellen angegeben in DM je 100, -- DM Kapital.

Tabelle 2: Wirtschaftlichkeit der Schlachtschweinerzeugung bei Berücksichtigung von Kosten der Weitermast

Ifd. Nr.	Steuerungs-Alternativen		Nutzungskosten je Tier und Woche	Umtriebe/Jahr	Ø Kapitalrentabilität
	Abschnitt	zulässige Endgewichte			
1	(3.2.2 + 3.3.2)	90, 95, 100, 105 kg	0, -- DM	2,57	- 0,191 DM
2	"Zukunftspreis gleich	90, 95, 100, 105 kg	1, -- DM	2,61	+ 0,009 DM
3	Gegenwartspreis"	95, 100, 105 kg	1, -- DM	2,38	+ 0,351 DM
4		95, 105 kg	1, -- DM	2,58	+ 0,511 DM

Tabelle 3: Wirtschaftlichkeit der Schlachtschweinerzeugung bei verschiedenen Prognoseverfahren und einer einfachen Entscheidungsroutine

Ifd. Nr.	Steuerungs-Alternative		Umtriebe/Jahr	Ø Kapitalrentabilität
1	(3.2.3) +	(3.3.3)	2,91	- 0,538 DM
2	(3.2.4) +	(3.3.3)	2,72	+ 0,176 DM
3	(3.2.5) +	(3.3.3)	2,55	+ 0,144 DM

Es zeigt sich, daß diese Kombination vergleichsweise wenig vorteilhaft ist. Die Kombination des linearen Filters 3.2.3 mit der Entscheidungsroutine "Zukunftspreis größer Gegenwartspreis" bringt sogar das bisher absolut schwächste Ergebnis. Im übrigen ist bei den Läufen 2 und 3 dieses Versuches zu beobachten, daß offenbar kein Zusammenhang zwischen Umtriebsgeschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit besteht.

Im vierten Versuch wurde zunächst das Prognoseverfahren von WINTERS mit der "allgemeineren Entscheidungsroutine" (3.3.4) kombiniert. Da hierbei die Nutzungskosten zur Berechnung der Kosten der Weitermast eine entscheidende Rolle spielen, wurde ihre Höhe in 7 Läufen von 0,50 DM bis 5,00 DM je Tier und Woche variiert. Tabelle 4 zeigt die erhaltenen Ergebnisse.

Es wird deutlich, daß kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Höhe der Nutzungskosten und der Wirtschaftlichkeit besteht. Die höchste Wirtschaftlichkeit wird bei Nutzungskosten von 1,50 DM je Tier und Woche erreicht. Es zeigt sich jedoch, daß das Verfahren von WINTERS in Verbindung mit der "allgemeineren Entscheidungsroutine" im Vergleich zur im dritten Versuch getesteten Entscheidungsroutine "Zukunftspreis größer Gegenwartspreis" signifikant leistungsfähiger ist.

Tabelle 4: Wirtschaftlichkeit der Schlachtschweinerzeugung in Abhängigkeit unterschiedlicher Nutzungskostenansätze in der "allgemeineren Entscheidungsroutine" unter Verwendung des Prognoseverfahrens von WINTERS

Ifd. Nr.	Steuerungs-Alternative		Umtriebe/ Jahr	Ø Kapitalrentabilität
	Abschnitt	Nutzungskosten 1)		
1	(3.2.4 + 3.3.4)	0,50 DM	2,74	+ 0,670 DM
2	"Prognoseverfahren von WINTERS"	1,00 DM	2,71	+ 0,811 DM
3	WINTERS" mit "allgemeinere Entscheidungsroutine"	1,50 DM	2,72	+ 1,049 DM
4		2,00 DM	2,71	+ 0,794 DM
5		2,50 DM	2,73	+ 0,876 DM
6		3,00 DM	2,73	+ 0,807 DM
7		5,00 DM	2,73	+ 0,807 DM

1) je Tier und Woche

Im fünften Versuch wurde die "allgemeinere Entscheidungsroutine" bei Ansatz von Nutzungskosten in Höhe von 1,50 DM je Tier und Woche auch in Verbindung mit den Prognoseverfahren "linearer Filter" und "Prognoseverfahren von HARRISON" getestet. Tabelle 5 zeigt das Ergebnis. Offenbar ist das Verfahren von WINTERS den übrigen Verfahren in einer Verbindung mit der hier verwendeten Entscheidungsroutine deutlich überlegen.

Tabelle 5: Wirtschaftlichkeit der Schlachtschweinerzeugung bei verschiedenen Prognoseverfahren und der "allgemeineren Entscheidungsroutine"

Ifd. Nr.	Steuerungs-Alternative		Umtriebe/ Jahr	Ø Kapitalrentabilität
	Abschnitt			
1	(3.2.3 + 3.3.4)		2,71	- 0,494 DM
2	(3.2.4 + 3.3.4)		2,58	+ 1,049 DM
3	(3.2.5 + 3.3.4)		2,53	+ 0,164 DM

In einer weiteren Serie von Simulationsläufen wurde versucht, durch Verbesserungen der bisher erfolgreichsten Kombination "Prognoseverfahren von WINTERS" und "allgemeinere Entscheidungsroutine" zu weiteren Rentabilitätssteigerungen zu gelangen. Der Einbau der zusätzlichen Bedingung, daß auf jeden Fall über 90 kg Endgewicht hinaus gemästet wird, wenn der aktuelle Preis unter 200, -- DM je 100 kg Lebendgewicht liegt, führte z. B. zu einer Rentabilitätssteigerung von 1,049 DM auf 1,306 DM je 100, -- DM Kapital.

3.5 Schlußbemerkung

Die vorgetragenen Ergebnisse der Versuche dienen vor allem als Beispiel dafür, welche Art von Untersuchungen mit Hilfe von dynamischen Simulationsmodellen, die als computerisierte "betriebs-

wirtschaftliche Laboratorien" konzipiert sind, durchgeführt werden können. Obwohl die Versuchsanstellung noch in vieler Hinsicht (Verwendung anderer Sätze von Umweltdaten, kompliziertere Entscheidungsrouinen usw.) erweitert und systematisiert werden sollte, zeigt sich doch schon anhand der wenigen vorgetragenen Ergebnisse, daß die Wirtschaftlichkeit von landwirtschaftlichen Produktionsprozessen bei unsicheren Preiserwartungen auch durch den systematischen Einsatz von Prognoseverfahren und formalisierten Entscheidungsrouinen verbessert werden kann. Ermittelte Unterschiede in der Kapitalrentabilität zwischen ca. - 0,5 % und ca. + 1,3 %, d.h. um fast 2 % geben ein Maß für den möglichen Erfolg derjenigen Landwirte, die sich weniger falsch entscheiden.

4 Zusammenfassung

Vorgestellt wird ein computerisiertes dynamisches Simulationsmodell eines Schweineproduktionsystems, das als "betriebswirtschaftliches Laboratorium" konzipiert ist. Mit Hilfe des Labors lassen sich Prognoseverfahren und formalisierte Entscheidungsrouinen für die laufende Produktions- und Bestandssteuerung entwickeln und testen. Anhand der Frage nach den zweckmäßigen Instrumenten für eine bestmögliche Bestimmung des Verkaufszeitpunktes von Schlachtschweinen im Gewichtsabschnitt zwischen 90 und 105 kg Lebendgewicht wird gezeigt, wie unterschiedliche Prognoseverfahren und heuristische Entscheidungsrouinen die über einen längeren Zeitraum im Durchschnitt erzielbare Kapitalrentabilität des Produktionsprozesses Schweinemast beeinflussen können. Je nach Art der verwendeten Prognose und Entscheidungsverfahren ergeben sich Unterschiede bei der Kapitalrentabilität von bis zu 2, -- DM je 100, -- DM eingesetzten Kapitals.

Literatur

- 1 AYRES, F.: Differential Equations. Schaum's Outline Series, New York 1972.
- 2 BEIER, U.: Zur Anwendung heuristischer Entscheidungsmethoden bei der Bestimmung eines Konsumprogramms. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 3/73, Wiesbaden 1973, S. 199 ff.
- 3 BERTALANFFI, L.v.: General System Theory. George Braziller, New York 1968.
- 4 BÖCKENHOFF, E.: Marktstrukturen und Preisbildung bei Schlachtvieh und Fleisch in der BRD. Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V. Bonn 1966.
- 5 BRANDES, W. und E. WOERMANN: Landwirtschaftliche Betriebslehre, Bd. II, Hamburg-Berlin 1971.
- 6 BUCY, R.S. and P.D. JOSEPH: Filtering for Stochastic Processes with Applications to Guidance. New York 1962.
- 7 BUDDE, H.J.: Optimale Anpassung der Schweineproduktion an zyklische und saisonale Preisbewegungen. Agrarwirtschaft, SH. 57, Hannover 1974.
- 8 COLLATZ, L.: Numerische Behandlung von Differentialgleichungen. Berlin 1957.
- 9 FORRESTER, J.W.: Grundzüge einer Systemtheorie. (Principles of Systems). Wiesbaden 1973.
- 10 ENDL, K. und W. LUH: Analysis I und II. AVG Frankfurt 1973.
- 11 HANAU, A.: Die Prognose der Schweinepreise. In: Vierteljahresheft zur Konjunkturforschung, SH. 18, Berlin 1930.
- 12 HANSEN, K.: Prognose mit Hilfe der Theorie der linearen Filter. In: Mertens Prognoserechnung, Würzburg-Wien 1973.
- 13 HARRISON, P.J.: Exponential Smoothing and Short-Term Sales Forecasting, Management Science 13, 1967, S. 821 ff.
- 14 KLEIN, H.: Heuristische Entscheidungsmodelle. Neue Techniken des Programmierens und Entscheidens für das Management. Wiesbaden 1971.
- 15 KUHLMANN, F.: Zur Verwendung des systemtheoretischen Simulationsansatzes für die betriebswirtschaftliche Forschung. In: Agrarwirtschaft 4/73, Hannover.
- 16 DERS.: Die Verwendung des systemtheoretischen Simulationsansatzes zum Aufbau von betriebswirtschaftlichen Laboratorien. In: Berichte über Landwirtschaft, 2/73, Hamburg-Berlin 1973.
- 17 MANETSCH, T.J. and PARK, G.L.: System Analysis and Simulation with Applications to Economic and Social Systems. Preliminary Editions 1973.
- 18 MEADOWS, D.L.: Dynamics of Commodity Productions Cycles. Cambridge Mass. 1970.
- 19 MENGES, G.: Grundmodelle wirtschaftlicher Entscheidungen. Köln-Opladen 1969.
- 20 MERTENS, P.: Prognoserechnung. Würzburg-Wien 1973.
- 21 SACHS, L.: Angewandte Statistik. Planung und Anwendung. Berlin-Heidelberg-New York, 4. Auflage 1974.
- 22 SCHLÄGER, W.: Einführung in die Zeitreihenprognose bei saisonalen Bedarfsschwankungen und Vergleich der einzelnen Verfahren. In: MERTENS, P.: Prognoserechnung. Würzburg-Wien 1973.

- 23 SCHNEEWEISS, H.: Entscheidungskriterien bei Risiko. Heidelberg-New York 1967.
- 24 STRECKER, O. und W. ESSELMANN: Ist der Schweinezyklus unvermeidbar? "Agra - Europe", Jg. 15 (1974), 30, 31, 32, Dokumentation.
- 25 WINTERS, P.R.: Forecasting Sales by Exponentially weighted Moving Averages. Management Sciences 6, 1960, S. 324 ff.
- 26 ZURMÜHL, R.: Praktische Mathematik für Ingenieure und Physiker. Berlin 1965.

Statistiken

- 27 Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Statistischer Monatsbericht, verschiedene Jahrgänge.
- 28 Hessische Landesstelle für Ernährungswirtschaft. Hessischer Marktbericht. Frankfurt, verschiedene Jahrgänge.