



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

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

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

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

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

# Modell zur Vorausschätzung des strukturellen Wandels in der Landwirtschaft

Dr. T. Heidhues

Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Göttingen

Während die gegenwärtigen agrarpolitischen Diskussionen in erster Linie die Auswirkungen der Einführung einer gemeinsamen Agrarpolitik der EWG zum Gegenstand haben, scheint auf längere Sicht die laufende strukturelle Anpassung an sich ändernde ökonomische Bedingungen wesentlich tiefergreifende und die landwirtschaftliche Bevölkerung stärker beeinflussende Probleme aufzuwerfen. Bereits heute fühlt sich ein großer Teil der Landbevölkerung den dadurch entstehenden Aufgaben nicht gewachsen. Dieses Gefühl wird sich bei weiterem zügigem wirtschaftlichem Wachstum eher verstärken als vermindern. Aus diesem Grunde sollte versucht werden, die zu erwartenden Änderungen durch agrarpolitische Maßnahmen verschiedener Art so zu lenken, daß die Betroffenen in ihrem Anpassungsvermögen nicht überfordert werden. Derartige Anpassungen verlangen in vielen Fällen Entscheidungen langfristiger Natur, die — einmal getroffen — nicht mehr rückgängig zu machen sind und viele Familien über den Zeitraum einer ganzen Generation festlegen. Es sollte daher das Bestreben der Agrarökonomie sein, Modelle zu entwickeln, mit deren Hilfe bestimmte Entwicklungen in der Agrarstruktur qualitativ und quantitativ geschätzt werden können, um damit eine Basis für sinnvolle agrarpolitische Entscheidungen zu schaffen.

Im folgenden wird versucht, auf mikroökonomischer Basis ein derartiges Modell zu definieren, dessen empirische Verifizierung und Anwendung zur Zeit noch erheblichen Schwierigkeiten in der Beschaffung dazu notwendiger Daten begegnet, das aber trotzdem unter zunächst stark vereinfachenden Annahmen in der nahen Zukunft auf seine Anwendungsmöglichkeit geprüft werden soll. Es beruht auf der Kombination einer größeren Zahl einzelbetrieblicher Modelle mit einem stärker aggregierten Modell für eine bestimmte Region. Der vorliegende Beitrag gibt einen kurzen Abriss der theoretischen Grundlagen.

Der erste Teil der Darstellung zeigt die Basis eines Modells, welches — unter bestimmten Annahmen über die natürlichen Grundlagen, die zu erwartenden Preis-Kosten-Verhältnisse und das wirtschaftliche Wachstum — die Vorausschätzung der Entwicklung einzelner Betriebe erlaubt. Es wird im folgenden Betriebsentwicklungsmodell genannt. Im zweiten Teil folgt auf der Basis der Ergebnisse der geschätzten Entwicklung in verschiedenen Betriebstypen und bestimmter extern vorgegebener Daten über die Altersstruktur der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte sowie der Angebots- und Absatzerwartungen auf einzelnen Märkten für Agrarprodukte die umrißartige Darstellung eines Modells zur Erfassung des strukturellen Wandels, im folgenden kurz als Strukturmodell bezeichnet.

Unter Strukturwandel verstehen wir die Umstrukturierung der Landwirtschaft mit dem Ziel der Erweiterung des Produktionsvolumens je AK. Dieses wird erreicht durch Abwanderung und Betriebsvergrößerung, durch Mechanisierung und Einsatz verbesserter Techniken sowie durch die Ausdehnung flächenunabhängiger Veredlung. Demnach muß das Modell in einer Weise konstruiert werden, die diesen Gegebenheiten Rechnung trägt.

## 1. Darstellung des Betriebsentwicklungsmodells

Dieses Modell soll eine Vorausschätzung der Entwicklung eines Betriebes unter der Annahme einer gegebenen Ausgangssituation in bezug auf die Faktorausstattung sowie bestimmter Verhaltensweisen der Betriebsleiter ermöglichen. Es soll folgenden Möglichkeiten und Anforderungen Rechnung tragen:

1. Die Einkommensansprüche wachsen parallel zur durchschnittlichen gesamtwirtschaftlichen Einkommenssteigerung oder der Steigerung in vergleichbaren Berufen im Sinne des Vergleichslohnes der Grünen Berichte der Bundesregierung.
2. Die Bereitschaft der Betriebsleiter, Kredite zur Betriebserweiterung aufzunehmen, ist geringer als ihre Möglichkeit, Kreditmarktmittel zu erhalten. Eine Alternative, diese Grenze zu bestimmen, bietet sich in Anlehnung an die Grenze der mit staatlichen Subventionen zur Verfügung stehenden Kredite. Diese Begrenzung ist allerdings recht willkürlich und bedarf bei empirischen Anwendungen genauerer Untersuchungen.
3. Obwohl ein gewisses Maß von Spezialisierung gestattet wird, ist die völlige Umstellung auf einen oder zwei Betriebszweige aus Gründen des damit verbundenen Risikos und der allgemeinen Tendenz, tiefergreifende Änderungen schrittweise durchzuführen, nicht gestattet. In der Regel ergeben sich diese Grenzen bereits aus der Verfügbarkeit fixer und bedingt variabler Faktoren<sup>1)</sup>. Sie bedürfen meist keiner zusätzlichen Formulierung im Modell.
4. Dem Umfang der flächenunabhängigen, d. h. der auf Zukaufsbasis beruhenden Veredlung sind durch die Gesamtnachfrage nach den entsprechenden Produkten Grenzen gesetzt. Da keine genauen Angebotsfunktionen vorliegen, kann diese Grenze z. B. in Anlehnung an einen im

<sup>1)</sup> Zur Definition fixer und bedingt variabler Faktoren sowie weiterer Begriffe im Zusammenhang mit der linearen Programmierung in landwirtschaftlichen Betrieben vgl. G. Wein-schenck: Die optimale Organisation des landwirtschaftlichen Betriebes. Hamburg 1964, S. 26 ff. u. S. 103 ff.



Bundestag eingebrachten Vorschlag festgesetzt werden<sup>2)</sup>).

5. Der Betriebsleiter selbst beabsichtigt, sein Einkommen ausschließlich aus landwirtschaftlicher Tätigkeit zu beziehen. Läßt sich jedoch absehen, daß eine ausreichende Entwicklung der Einkommenskapazität seines Betriebes nicht gewährleistet ist, erwägt er für seine Kinder andere Alternativen.
6. Unter letzterer Voraussetzung, d. h. wenn sich herausstellt, daß die Ausdehnungsmöglichkeiten des Produktionsvolumens nicht ausreichen, ist der Betriebsleiter bereit, „von der Substanz zu leben“. Entweder unterläßt er es, seine Maschinen- und Gebäudekapazitäten zu erneuern, oder aber er erwägt den Verkauf eines Teils seines Grundvermögens. Für die Fragestellung dieses Modells genügt es, eine dieser Möglichkeiten zu berücksichtigen.

Ein Modell, welches in seiner Struktur diesen Bedingungen weitgehend Rechnung tragen kann, ist das von Day<sup>3)</sup> entwickelte Modell der rekursiven Programmierung. Es ist dadurch charakterisiert, daß die Entwicklung eines Betriebes im Zeitablauf unter der Voraussetzung bestimmter Verhaltensweisen verfolgt werden kann. Ausgehend von den zu einem bestimmten Zeitpunkt gegebenen natürlichen und wirtschaftlichen Voraussetzungen eines Betriebes wird das Verhalten des Betriebsleiters durch das Ziel der wirtschaftlichen Optimierung im Rahmen seiner sonstigen Zielvorstellungen bestimmt. Der Entscheidungsspielraum wird durch Berücksichtigung bereits getroffener Entscheidungen eingeengt, d. h. die Ergebnisse eines Jahres hängen ab von der relativen Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Alternativen, den vorgegebenen Begrenzungen und den Handlungen vorhergehender Jahre.

Die Zielfunktion dieses rekursiven Programmierungsmodells zur Darstellung möglicher Betriebsentwicklungen lautet

$$(I, 1) \quad \pi^*(t) = \max_{x_i(t)} [z_1(t) x_1(t) + \dots + z_n(t) x_n(t)]$$

unter der Bedingung, daß

$$a_{11} x_1(t) + a_{12} x_2(t) + \dots + a_{1n} x_n(t) \leq b_1(t)$$

$$a_{21} x_1(t) + a_{22} x_2(t) + \dots + a_{2n} x_n(t) \leq b_2(t)$$

·

·

·

$$a_{m1} x_1(t) + a_{m2} x_2(t) + \dots + a_{mn} x_n(t) \leq b_m(t)$$

und  $x_i(t) \geq 0$

wobei die  $z_i(t)$  die Deckungsbeiträge, die  $x_i(t)$  das Niveau der Aktivitäten  $P_i$ , die  $a_{ij}$  technische Koeffizienten und  $b_i(t)$  die Kapazitäten verschiedener Bedingungen jeweils für das Jahr  $t$  angeben.  $\pi^*(t)$  ist die Summe der Deckungsbeiträge verschiedener Aktivitäten ebenfalls im Jahre  $t$ . Die  $b_i(t)$  bilden eine Funktion des Umfangs einzelner Alternativen

im Jahre  $(t-1)$ , des dort gegebenen Faktorbesatzes sowie bestimmter externer Einflüsse.

(I, 2)  $b_i(t) = f[x_j^*(t-1); b_i(t-1); v_i(t)]$  für  $j=1, \dots, n$   
Speziell formuliert mag es sich z. B. um folgende Funktion handeln

$$(I, 3) \quad b_i(t) = \alpha_i \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j^*(t-1) + v_i(t)$$

Dabei ist

$b_i(t)$  die quantitative Begrenzung des Faktors  $i$  im Jahre  $t$ ;

$x_j^*(t-1)$  das optimale Niveau der Aktivität  $P_j$  im Jahre  $t-1$ ,  $j=1, \dots, n$ . Die Bedeutung der einzelnen Aktivitäten läßt sich aus Übersicht 1 entnehmen;

$\alpha_i$  entweder ein sogenannter Flexibilitätskoeffizient, der zum Ausdruck bringt, daß Änderungen im Umfang einer Aktivität nicht schlagartig erfolgen, oder ein Investitionskoeffizient, der die Investitionsbereitschaft bei Kreditfinanzierung angibt. Die Funktion der Flexibilitätskoeffizienten wird in der mathematischen Formulierung deutlich werden; und

$v_i(t)$  eine extern vorgegebene Größe, die nicht durch den Ablauf des Programms in der Zeit beeinflusst wird, umgekehrt aber auf das Ergebnis eines jeden Jahres einen Einfluß ausübt. So kann z. B. die Arbeitskapazität eines Betriebes aufgrund der Familienstruktur fest vorgegeben sein, so daß der Koeffizient  $v_i(t)$  in der Gleichung für die verfügbare Arbeit in jedem Jahre die Arbeitskapazität angibt. In einem solchen Falle ist  $\alpha_i = 0$ .

Day<sup>4)</sup> hat gezeigt, daß unter bestimmten Annahmen in bezug auf Linearität der Abhängigkeit ein derartiges rekursives System in mehreren Phasen verläuft, die — gegeben die Anfangsbedingungen, die externen Bedingungen, gewisse Parameter (z. B. Flexibilitätskoeffizienten) und die Zielfunktion — genau bestimmt wird. Als Beispiel sei die Einführung des Maisanbaus zur Silagegewinnung genannt. Diese kann einmal nach oben absolut durch die Silo- und Gebäudekapazität begrenzt sein. Obwohl es unter bestimmten Verhältnissen denkbar ist, daß der Mais die wettbewerbsfähigste aller Futterpflanzen ist, bleibt es unwahrscheinlich, daß eine Umstellung der Futterwirtschaft mit einem Schlage durchgeführt wird. Vielmehr beginnt der Betriebsleiter zunächst mit einem Teil der Futterfläche, macht sich dabei mit Anbau- und Gewinnungstechnik allmählich vertraut und erweitert bei guten Erfahrungen den Maisanteil in zunehmendem Maße. Die Flexibilitätskoeffizienten im rekursiven Modell tragen Sorge, daß diese in der Praxis zu beobachtende zeitliche Verzögerung bei der Anpassung an das Optimum berücksichtigt wird.

Eine Phase dieses Systems ist durch die sukzessiv volle Ausnutzung einer rekursiv bestimmten, sich dabei von Jahr zu Jahr ändernden Kapazität eines Faktors gekennzeichnet. Wenn also Mais als

<sup>2)</sup> Vgl. Kurzmeldungen 2. „Agra-Europe“, Nr. 19, 5. Jg. (1964). Bad Godesberg 1964.

<sup>3)</sup> R. H. Day: Recursive Programming and Production Response. Amsterdam 1963.

<sup>4)</sup> R. H. Day: a. a. O., S. 42 ff.



### Übersicht 1: Ausgangsformulierung des Betriebsentwicklungsmodells

| Einheit         | Aktivitäten der Viehhaltung u. Bodennutzung<br>$P_1 \dots P_s$<br>$z_1 \dots z_s$ | Privat-entnahme<br>$P_P$<br>$z_P$     | Feste Kosten<br>$P_F$<br>$z_F$ | Kredit-aufnahme<br>$P_K$<br>$z_K$ | Kapitaldienst<br>$P_D$<br>$z_D$ | Investitionen               |                                 | Boden-kauf<br>$P_Z$<br>$z_Z$ | Boden-pacht<br>$P_H$<br>$z_H$ | Pacht-zahlung<br>$P_{PZ}$<br>$z_{PZ}$ | Boden-verkauf<br>$P_V$<br>$z_V$ | Boden-pacht<br>$P_A$<br>$z_A$ | Pacht-einnahmen<br>$P_{PE}$<br>$z_{PE}$ | Übertragung<br>$P_U$<br>$z_U$ | Bank<br>$P_{Ba}$<br>$z_{Ba}$ |   |
|-----------------|---|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|------------------------------|---|
|                 |   |                                       |                                |                                   |                                 | Maschinen<br>$P_I$<br>$z_I$ | Gebäude<br>$P_{I'}$<br>$z_{I'}$ |                              |                               |                                       |                                 |                               |   |                               |                              |   |
| LN              | ha  | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | -1                           | -1                            | 0                                     | +1                              | +1                            | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{LN}(t) = x_Z^*(t-1) + x_H^*(t-1) - x_V^*(t-1) - x_A^*(t-1) - x_{LN}^*(t-1) + b_{LN}(t-1)$         |
| Fruchtfolge     | ha  | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | -a <sub>FZ</sub>             | -a <sub>FH</sub>              | 0                                     | +a <sub>FV</sub>                | +a <sub>FA</sub>              | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{FF}(t) = \beta x_Z^*(t-1) + \beta x_H^*(t-1) - \beta x_V^*(t-1) - \beta x_A^*(t-1) + b_{FF}(t-1)$ |
| Bodenkauf       | ha  | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | +1                           | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_Z(t) = -x_Z^*(t-1) + b_Z(t-1)$   |
| Bodenpacht      | ha  | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | +1                            | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_H(t) = -x_H^*(t-1) + b_H(t-1)$   |
| Maschinen       | ha  | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | -a <sub>MI</sub>            | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_M(t) = x_I^*(t-1) + b_M(t-1) + v_M(t)$   |
| Gebäude         | Platz   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | -a <sub>GI</sub>                | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_G(t) = x_{I'}^*(t-1) + b_G(t-1) + v_G(t)$  |
| Futter          | Stück   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{Fu}(t) = 0$   |
| Viehhaltung     | Stück   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{VH}(t) = v_{VH}(t)$   |
| Arbeit          | Std   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_A(t) = v_A(t)$   |
| Privatentnahmen | 1000 DM   | +1                                    | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_P(t) = x_P^*(t-1) + v_P(t)$  |
| Feste Kosten    | 1000 DM   | 0                                     | +1                             | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_F(t) = v_F(t)$   |
| Pacht-Zahlung   | 1000 DM   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | +1                                    | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{PZ}(t) = \gamma_{PZ} x_H^*(t-1) + b_{PZ}(t-1) + v_{PZ}(t)$  |
| Pacht-Einnahmen | 1000 DM   | 0                                     | 0                              | 0                                 | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | +1                                      | 0                             | 0                            | $b_{PE}(t) = \gamma_{PE} x_A^*(t-1) + b_{PE}(t-1) + v_{PE}(t)$  |
| Liquidität      | 1000 DM   | -a <sub>L1</sub> ... -a <sub>LS</sub> | +1                             | 0                                 | +1                              | 0                           | 0                               | 0                            | +a <sub>IH</sub>              | +1                                    | 0                               | -a <sub>IH</sub>              | -1                                      | -1                            | -a <sub>LBa</sub>            | $b_L(t) = 0$  |
| Investitionen   | 1000 DM   | 0 ... 0                               | 0                              | -1                                | 0                               | +a <sub>II</sub>            | +a <sub>II'</sub>               | +a <sub>IZ</sub>             | 0                             | 0                                     | -a <sub>IV</sub>                | 0                             | 0                                       | +1                            | +1                           | $b_I(t) = x_{Ba}^*(t-1) + y_L^*(t-1)$   |
| Kreditmaximum   | 1000 DM   | 0 ... 0                               | 0                              | +1                                | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_{Kmax}(t) = -x_K^*(t-1) + b_{Kmax}(t-1) + v_{Kmax}(t)$   |
| Kredit/Jahr     | 1000 DM   | 0 ... 0                               | 0                              | +1                                | 0                               | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_K(t) = \lambda_K x_K^*(t-1) + b_K(t-1) + v_K(t)$   |
| Kapitaldienst   | 1000 DM   | 0 ... 0                               | 0                              | 0                                 | +1                              | 0                           | 0                               | 0                            | 0                             | 0                                     | 0                               | 0                             | 0                                       | 0                             | 0                            | $b_D(t) = \lambda_D x_K^*(t-1) + b_D(t-1) + v_D(t)$   |



Futterbauzweig zunächst nur in kleinerem Umfang vorhanden ist, bei wachsender Vertrautheit aber schnell — und zwar jeweils bis zu der in sukzessive aufeinanderfolgenden Jahren höheren Grenze — ausgedehnt wird, kennzeichnet diese Anpassung an die Optimumsbedingungen mit zeitlicher Verzögerung eine Phase des Modells. Sie endet, wenn entweder aufgrund einer absoluten oberen Grenze oder aber infolge der Wettbewerbsüberlegenheit konkurrierender Zweige der optimale Umfang unter den gegebenen Voraussetzungen erreicht ist. Die nächste Phase ist gekennzeichnet durch entsprechendes Verhalten einer anderen in ihrer Ausdehnung bzw. Einschränkung begrenzten Aktivität. Dabei bleibt offen, ob der Maisanbau z. B. den vorher errungenen Anteil beibehält oder wieder — aufgrund anderweitiger Änderungen — gewissen Einschränkungen unterworfen ist. Diese Beschreibung der Phasen führt uns direkt zurück zum Problem der Entwicklung von Betrieben mit der Frage, ob das Produktionsvolumen entsprechend den steigenden Anforderungen an das verfügbare Einkommen zu wachsen in der Lage ist.

Zu deren Beantwortung eignet sich die in Übersicht 1 gegebene Formulierung des rekursiven Betriebsentwicklungsmodells. Der linke obere Teil des Modells mit der Teilmatrix  $A_{11}$  für die technischen Koeffizienten repräsentiert Aktivitäten der Viehhaltung und Bodennutzung, deren Formulierung häufig beschrieben worden ist<sup>5)</sup>. Die rechten Seiten, d. h. die Kapazitäten, der korrespondierenden Gleichungen ergeben sich für das Jahr  $t_0$  aus den vorhandenen Kapazitäten. Bei Viehhaltung und Arbeit in verschiedenen Zeitspannen liegen die Kapazitäten fest und werden durch die entsprechenden  $v_V(t)$  und  $v_A(t)$  bestimmt. Bei Maschinen gilt

$$(I, 4) \quad b_M(t) = x_I^*(t-1) + b_M(t-1) + v_M(t)$$

wobei  $x_I^*(t-1)$  eine Kapazitätserweiterung auf Grund von Vorjahrsinvestitionen,  $b_M(t-1)$  die Kapazität des Vorjahres und  $v_M(t) \leq 0$  die — hier extern bestimmte — Verminderung der Kapazität bei Abstoßung alter Maschinen angeben<sup>6)</sup>. Dabei wird unterstellt, daß die Lebensdauer neu angeschaffter Maschinen den Betrachtungszeitraum übertrifft<sup>7)</sup>. Entsprechendes gilt für die Gebäudegleichungen.

Die Nutzfläche im Jahr  $t_0$  ist vorgegeben, in den folgenden Jahren hängt sie ab von der jeweiligen Vorjahresfläche und den Veränderungen durch Zukauf  $[x_Z^*(t-1)]$  sowie Verpachtung  $[x_A^*(t-1)]$ :

$$(I, 5) \quad b_{LN}(t) = x_Z^*(t-1) + x_H^*(t-1) - x_V^*(t-1) - x_A^*(t-1) + b_{LN}(t-1)$$

<sup>5)</sup> Vgl. z. B. G. Weinschenck: a. a. O.

<sup>6)</sup> Eine weitere Möglichkeit der Erfassung von Kapazitätsverminderungen bietet sich in der Definition eines Koeffizienten, der die jährliche Kapazitätsminderung angibt. Aus Gründen der sich sprunghaft ändernden Kapazitäten wurde hier die externe Bestimmung solcher Änderungen eingeführt.

<sup>7)</sup> Diese Annahme ließe sich durch Formulierung einer Differenzengleichung höherer Ordnung umgehen (vgl. Fußnote 9).

Zukauf und Zupacht werden zudem durch eigene Gleichungen in Abhängigkeit von der maximal verfügbaren Fläche begrenzt. Die Fruchtfolgebedingungen werden entsprechend der landwirtschaftlichen Nutzfläche behandelt. Die  $\beta$ -Koeffizienten in den Fruchtfolgegleichungen sind einfache Proportionalitätsfaktoren, die die Änderung für bestimmte Kulturarten relativ zu der Änderung der landwirtschaftlichen Nutzfläche angeben.

Die folgenden Aktivitäten und Gleichungen beziehen sich auf den finanziellen Bereich des Betriebes. Die Aktivität *Privatentnahmen* ( $P_P$ ) gibt den Umfang der für einen wünschenswerten Lebensstandard als notwendig erachteten Entnahmen für den privaten Verbrauch an. In den festen Kosten ( $P_F$ ) sind direkte, im Laufe des Jahres im Betrieb anfallende Entnahmen, wie ein Teil der Steuern, Kosten für kleinere nicht zumeßbare Reparaturen, Ersatz der bei der Bewirtschaftung unbedingt erforderlichen Maschinen sowie sonstige nicht zumeßbare Kosten enthalten. Zwei zugehörige Gleichungen stellen sicher, daß beide Aktivitäten voll in der Optimallösung enthalten sind. Die rechte Seite der Gleichung für Privatentnahmen,  $b_P(t)$ , kann auf zweierlei Arten definiert werden, um steigende Einkommensansprüche zu berücksichtigen, entweder unter der Voraussetzung einer durchschnittlichen prozentualen Zuwachsrates als  $b_P(t) = \alpha_P b_P(t-1)$ , wobei  $\alpha_P$  die jährliche Zuwachsrates angibt, oder aber mit extern bestimmten Zuwachsrates  $v_P(t)$ . Hier wird die zweite flexiblere Form gewählt. Die festen Kosten werden als konstant unterstellt. Steigende feste Kosten können jedoch ohne Schwierigkeiten in derselben Weise wie in der vorhergehenden Gleichung berücksichtigt werden. Beide Aktivitäten, Privatentnahmen und feste Kosten, erscheinen mit positiven Koeffizienten in der Liquiditätsgleichung. Diese erhält Kapital aus den Aktivitäten der Viehhaltung und Bodennutzung sowie über Bodenverpachtung ( $P_A$ ) und aus außerbetrieblicher Anlage ( $P_{BA}$ ). Bei Bedarf kann außerdem eine Kapitalübertragungsvariable aktiviert werden, die aus der Investitionsgleichung Kapital in die Liquiditätsgleichung transferiert. Ansprüche stellen neben den bereits erwähnten Aktivitäten der Kapaldienst für die aufgenommenen Kredite ( $P_D$ ) sowie die Zahlung von Pacht ( $P_H$ ). Die rechte Seite dieser Gleichung ist in allen Jahren gleich Null.

Bodenpachtverträge werden in der Regel als längerfristige Verträge mit jährlicher Zahlung der Pacht abgeschlossen. Aus diesem Grunde muß durch zwei zusätzliche Aktivitäten mit korrespondierenden Gleichungen ähnlich wie bei Privatentnahmen und festen Kosten sichergestellt werden, daß für die Laufzeit der Pachtverträge die Pacht entweder gezahlt wird oder bei Verpacht von Boden in die Liquiditätsgleichung einfließt<sup>8)</sup>. Die  $v_i(t)$ -Koeffizienten sind dazu da, bei auslaufenden Pachtverträgen die Höhe der Pacht entsprechend zu korrigieren.

<sup>8)</sup> Die Koeffizienten  $\gamma_{PZ}$  und  $\gamma_{PE}$  geben die jährliche Pacht je ha an. Sie sind in diesem Falle gleich den Koeffizienten der Zielgleichung  $z_{PZ}$  und  $z_{EP}$ .



Eine Kapitalgleichung bzw. Investitionsgleichung enthält das gesamte dem Betrieb für Investitionszwecke verfügbare Kapital. Entsprechend haben die Kapital liefernden Aktivitäten Kreditaufnahme ( $P_K$ ) und Bodenverkauf ( $P_V$ ) negative Koeffizienten. Investitionskapital wird in Anspruch genommen durch Investitionen in Maschinen, Gebäude und Boden. Eine Übertragungsaktivität ( $P_U$ ) bringt bei Bedarf Investitionskapital in die Liquiditätsgleichung. Die rechte Seite der Kapitalgleichung enthält den Anfangsbestand des Jahres  $t$ . Dieser setzt sich zusammen aus dem Restbestand des Jahres  $t-1$ , der durch eine als Schlupfvariable dienende Kapitalanlageaktivität ( $P_{Ba}$ ) bestimmt wird, nämlich  $x_{Ba}^*(t-1)$ , sowie aus dem in der Liquiditätsgleichung verbleibenden Rest, der durch die Schlupfvariable mit dem Wert  $y_L^*(t-1)$  angegeben wird. Demnach ist

$$(I, 6) \quad b_I(t) = x_{Ba}^*(t-1) + y_L^*(t-1)$$

Die Aktivität  $P_{Ba}$  weist in der Liquiditätsgleichung einen negativen Koeffizienten auf, der den jährlichen Zinsertrag reflektiert. Eine wesentliche Komponente dieses Betriebsentwicklungsmodells stellen diejenigen Gleichungen dar, die auf die Kreditaufnahme regulierend einwirken. Die maximale in Betracht kommende Kreditsumme mit dem Koeffizienten  $+1$  in der Kreditaufnahmeaktivität  $P_K$  hängt ab von den bereits vorhandenen Krediten und der Differenz zwischen maximaler Kredithöhe für den Betrieb und den bereits aufgenommenen Krediten, so daß

$$(I, 7) \quad b_{Kmax}^{(t)} = -x_K^*(t-1) + b_{Kmax}^{(t-1)} + v_{Kmax}^{(t)}$$

Darin ist  $x_K^*(t-1)$  die Kreditaufnahme,  $b_{Kmax}^{(t-1)}$  der Kreditspielraum des Vorjahres, während das letzte Glied  $v_{Kmax}^{(t)}$  die nach Rückzahlung eines Kredites frei werdende Spanne angibt. Genaugenommen müßte dieses, in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Kreditaufnahme und dessen Laufzeit von  $n$  Jahren, durch eine Differenzgleichung der Ordnung  $n-1$  berücksichtigt werden<sup>9)</sup>. Bei mittel-

<sup>9)</sup> Die lineare Differenzgleichung mit konstanten Koeffizienten der Ordnung  $n$  hat die allgemeine Form

$$f_0(k) y_{k+n} + f_1(k) y_{k+n-1} + \dots + f_{n-1}(k) y_{k+1} + f_n(k) y_k = g(k)$$

wobei  $f_0, f_1, \dots, f_n$  und  $g$  Funktionen der Zeitvariablen  $k$ ,  $y_{k+n}, \dots, y_k$  die Variablen der Funktion sind. Sie hat die Ordnung  $n$ , wenn sowohl  $f_0$  wie auch  $f_n$  nicht gleich Null sind.

Durch Umformung läßt sich daraus die Gleichung

$$y_{k+n} + a_1 y_{k+n-1} + \dots + a_{n-1} y_{k+1} + a_n y_k = r_k$$

ableiten. Ist  $r_k = 0$ , so handelt es sich um eine homogene Differenzgleichung (vgl. S. Goldberger: Introduction to Difference Equations, New York 1961, S. 121 ff.).

Übertragen auf die vorliegende Kapitalbegrenzung haben wir

$$b_{Kmax}(t) = \lambda_1 b_{Kmax}(t-1) + \lambda_2 b_{Kmax}(t-2) + \dots + \lambda_{n-1} b_{Kmax}(t-n+1) + \lambda_n b_{Kmax}(t-n) + v_{Kmax}(t)$$

In dieser Formulierung kann  $v_{Kmax}(t) = 0$  sein und für die  $b_{Kmax}(t-i)$  gilt

$$b_{Kmax}(t-i) = \sum_{j=1}^n \alpha_{Kj} x_j^*(t-j-1) + \sum_{i=1}^m \beta_{Ki} y_i^*(t-i-1)$$

und langfristigen Krediten und einer nur mittelfristigen Laufzeit des Modells kann man jedoch mit der oben beschriebenen einfacher zu handhabenden Differenzgleichung erster Ordnung den gleichen Effekt erzielen. Dabei wird unterstellt, daß erst nach vollständiger Rückzahlung eines Kredits neue Kreditaufnahmen in gleicher Höhe in Erwägung

gezogen werden. Demnach ist  $v_{Kmax}^{(ti)} = 0$  für  $i = 0, 1, 2, \dots$ , wenn im Jahre  $t_0$  keine Kredite vorhanden sind und hat nur dann einen Wert  $v_{Kmax}^{(ti)} = c$ ,  $c > 0$ , wenn im Jahre  $(t_i-1)$  die Tilgung eines Kredits von  $c$  DM abläuft.

Eine Gleichung über die jährliche Kreditaufnahme bringt zum Ausdruck, daß mit zunehmender Fremdfinanzierung die Bereitschaft, weitere Kredite aufzunehmen, in Abhängigkeit von der Höhe der im Vorjahre aufgenommenen Kredite sowie von der Gesamthöhe der bereits vorhandenen Kredite abnimmt. Es ist

$$(I, 8) \quad b_K(t) = -\alpha_K x_K^*(t-1) + b_K(t-1) + v_K(t)$$

die Kreditaufnahmebereitschaft im Jahre  $t$ , wobei  $\alpha_K$  ein Größe zwischen 0 und 1 ist,  $0 \leq \alpha_K \leq 1$ , d. h.  $b_K(t)$  ist eine lineare Funktion der Kapazität und der Investitionssumme des Vorjahres. Mit zunehmender Kredithöhe, i. a. W. mit abnehmendem  $b_K(t-1)$ , nimmt die Bereitschaft, zusätzlich zu investieren, ab. Es ist erforderlich, in diesem Modell von den Problemen, die sich aus der begrenzten Teilbarkeit der meisten Investitionsgüter ergeben, zu abstrahieren. Diese Annahme weicht zwar von den realen Gegebenheiten ab, kann aber dadurch begründet werden, daß nach hohen Investitionen in einem Jahre in den folgenden Jahren die Investitionsbereitschaft auf Kreditbasis praktisch Null wird.

Um einen unter verschiedenen hoher Ausnutzung der jährlichen Kreditkapazität befriedigenden Verlauf der Kreditaufnahme in Abhängigkeit von der rekursiv bestimmten Begrenzung  $b_K(t)$  zu erhalten, muß die Anfangsbedingung, nämlich  $b_K(t_0)$ , so gewählt werden, daß

$$(I, 9) \quad b_K(t_0) \neq \alpha_K b_{Kmax}(t_0)^{10)}$$

wobei die  $x_j^*(t-1)$  das optimale Niveau der realen Aktivitäten und die  $y_i^*(t-1)$  das der Schlupf-Aktivitäten angeben. Die  $\alpha_{Kj}$  ( $j = 1, \dots, n$ ) und  $\beta_{Ki}$  ( $i = 1, \dots, m$ ) sind Transformationskoeffizienten. Sie sind im vorliegenden Falle gleich Null mit Ausnahme des Koeffizienten für  $x_K^*(t-1)$ , der gleich 1 ist. Die Koeffizienten  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$  bringen die Kapazitätsänderung auf Grund wieder zurückgezahlter Kredite zum Ausdruck. Geht man von der Unterstellung aus, daß neue Kredite erst nach völliger Rückzahlung eines vorhandenen Kredits aufgenommen werden, so wird

$$\lambda_1 = \lambda_2 = \dots = \lambda_{n-1} = 1$$

während  $\lambda_n = 0$  ist. Es handelt sich nach der oben gegebenen Definition also um eine Differenzgleichung der Ordnung  $n-1$ , wenn die Laufzeit eines Kredits  $n$  Jahre beträgt. Ein anderer Verlauf der Kapazitätsänderung in Abhängigkeit von dem bereits getilgten Anteil eines Kredits läßt sich durch entsprechende Wahl der Koeffizienten  $\lambda_1, \dots, \lambda_n$  erreichen.

<sup>10)</sup> Bei  $b_K(t_0) = \alpha_K b_{Kmax}(t_0)$  würde bei Rentabilität der Kreditaufnahme die Annäherung an das Kreditmaximum asymptotisch



Den Koeffizienten  $\alpha_K$  für verschiedene Betriebssysteme zu schätzen, ist mit heute vorhandenen Informationen nicht möglich. Je höher  $\alpha_K$  angenommen wird, desto höher ist die Bereitschaft, in wenigen aufeinanderfolgenden Jahren bis zur maximalen Höhe Kredite aufzunehmen und umgekehrt. In Anbetracht der zösernden Haltung vieler Betriebsleiter gegenüber einer hohen Verschuldung kann  $\alpha_K$  z. B. mit 0,4 eingesetzt werden. Die Wirkung dieser Gleichung beruht im Prinzip in einer zeitlichen Verzögerung bei der Aufnahme rentabler Kredite. Unterschiede in den Koeffizienten  $\alpha_K$  haben demnach keinen Einfluß auf die Richtung der Betriebsentwicklung, sondern nur auf den zeitlichen Ablauf. Das Glied  $v_K(t)$  ist entsprechend der Beschreibung von  $v_{K\max}(t)$  in der vorhergehenden Gleichung zu betrachten.

Je eine Gleichung und Aktivität stellen den jährlichen Kapitaldienst sicher, wobei die rechte Seite

$$(I, 10) \quad b_D(t) = \alpha_D x_K^*(t-1) + b_D(t-1) + v_D(t)$$

ist. Darin geben  $\alpha_D$  den Kapitaldienst eines Kredits als Verhältnis zur Kreditsumme des Vorjahres,  $x_K^*(t-1)$ , und  $b_D(t-1)$  den jährlichen Kapitaldienst für vorher aufgenommene Kredite an. Das Glied  $v_D(t) \leq 0$  dient dazu, nach Abschluß der Tilgung eines im Jahre  $t_0$  bereits vorhandenen Kredits den jährlichen Kapitaldienst entsprechend zu reduzieren.

Die Anfangsbedingungen dieses Modells, das heißt die rechten Seiten  $b_{LN}(t_0)$ ,  $b_{FF}(t_0)$ , ...,  $b_D(t_0)$  sind aus den realen Daten der erhobenen Betriebe zu entnehmen. Für die die jährliche Kreditaufnahme beschränkende Gleichung wurde diese Bedingung im einzelnen beschrieben.

Die Koeffizienten der Zielgleichung  $z_j(t)$  sind weitgehend nach den bei Weinschenck<sup>11)</sup> angegebenen Prinzipien errechnet. Die  $z_j(t)$  der Investitionsaktivitäten enthalten keine Zinskosten. Dafür werden bei der Kreditaufnahmeaktivität die Zinskosten eingesetzt. Um das Modell nicht zu sehr auszuweiten, wird unterstellt, daß der Zinssatz für Kredite der möglichen Verzinsung des überschüssigen Eigenkapitals entspricht, so daß  $z_K(t) = z_{Ba}(t)$ <sup>12)</sup>. Für den im jeweiligen Jahr blei-

benden Überschuß in der Liquiditätsgleichung werden keine Zinsen berechnet, so daß der Koeffizient der Schlupfvariablen  $y_K^*(t)$  gleich Null ist. Bei Maschinen- und Gebäudeinvestitionen stellen die negativen Koeffizienten der Zielgleichung Kosten für die Abschreibung dar. Reparaturkosten werden bei den die Maschinen in Anspruch nehmenden Aktivitäten berücksichtigt<sup>13)</sup>. Die jährlichen Abschreibungen und die Zinskosten fließen über die  $\alpha_L$ -Koeffizienten wieder in die Liquiditätsgleichung zurück und stehen für Investitionen des folgenden Jahres zur Verfügung.

Die Koeffizienten der Zielgleichung bei Bodenpacht und -kauf sind unterschiedlich zu berechnen. Bei der Pacht handelt es sich um eine zeitweise Überlassung von landwirtschaftlicher Nutzfläche gegen eine jährliche Gebühr, die aus dem Liquiditätsfonds des Betriebes zu bestreiten ist. Der Ertrag wird über den erhöhten Umfang eines oder mehrerer Verfahren der Bodennutzung und Viehhaltung realisiert. Infolgedessen erscheint die jährliche Pacht als Kostenfaktor in der Zielfunktion, so daß  $z_H(t)$  gleich der jährlich zu zahlenden Pacht ist. Umgekehrt liegen die Verhältnisse bei der Verpacht, wo Kosten und Erträge in der obigen Formulierung gegeneinander ausgewechselt werden. Beim Bodenkauf dagegen muß aus der Investitionsgleichung eine bestimmte Summe einmalig entnommen werden im Austausch gegen einen Vermögenszuwachs. Die betriebswirtschaftliche Frage besteht darin, ob das Investitionskapital über eine anderweitige Verwendung oder die Anlage außerhalb des Betriebes höher verzinst werden kann als über die Erweiterung der Bodenfläche mit den zugehörigen Erträgen. Aus diesem Grunde braucht der Koeffizient der Zielgleichung  $z_Z(t)$  keine Kosten zu enthalten und ist gleich Null; die Kosten entstehen intern als Nutzungskosten für das Kapital aus der Investitionsgleichung. Ebenso wie bei Pacht und Verpacht werden beim Bodenverkauf im Vergleich zum Kauf nur die Vorzeichen vertauscht, so daß auch  $z_V(t) = 0$  ist.

Das hier dargestellte Betriebsentwicklungsmodell ist in seinen Anwendungsmöglichkeiten nicht auf die Schätzung des wahrscheinlichen strukturellen Wandels in verschiedenen Betriebssystemen beschränkt. Es kann ebenso für die quantifizierende Darstellung einer Theorie des Wachstums von Betrieben dienen. Zur Ableitung der im zweiten Teil dieses Beitrags benötigten Voraussetzungen eignet es sich jedoch speziell für die Abgrenzung der über einen bestimmten Zeitraum hinaus lebensfähigen Betriebe, d. h. solcher Betriebe, deren Produktionsvolumen je Beschäftigtem so stark wachsen kann, daß die im Zuge des wirtschaftlichen Wachstums steigenden Ansprüche an die Privatentnahmen befriedigt werden können.

Der kritische Punkt eines Betriebes im Sinne einer ausreichenden Entwicklungsmöglichkeit der Einkommenskapazität wird dann er-

tisch erfolgen, so daß die korrespondierende Phase des Modells erst bei  $t = \infty$  ihr Ende findet; dieses stellt einen offensichtlich nicht zulässigen Verlauf dar.

<sup>11)</sup> G. Weinschenck: a.a.O., S. 106.

<sup>12)</sup> Bei dieser Annahme werden noch die Grundsätze der Investitionsrechnung beachtet. Würde man diese Annahme fallen lassen, so würde entweder implizite unterstellt, daß die Betriebsleiter nach kurzfristigen Rentabilitäts- und Liquiditätsgesichtspunkten investieren, oder aber es müßte für jede Kreditart eine eigene Gleichung und Aktivität eingeführt werden, wie auch für jedes mögliche Investitionsobjekt je eine Aktivität für alle Kreditgleichungen und die Eigenkapitalgleichung. In Anbetracht der Unsicherheit in der Planung bei langfristigen Investitionsgütern scheint die erste dieser Alternativen dem tatsächlichen Verhalten weitgehend zu entsprechen. Unter dieser Voraussetzung kann  $z_K(t) \neq z_{Ba}(t)$  sein. In der Regel würde  $z_K(t) > z_{Ba}(t)$  sein.

<sup>13)</sup> Diese Methode unterstellt volle Ausnutzung bzw. überbetrieblichen Einsatz. Eine genauere, allerdings kompliziertere Formulierung läßt sich durch eine Trennung der Investitionen auf Eigen- und Fremdkapitalbasis erreichen.



reicht, wenn er beginnt, von der Substanz zu leben. Sobald Boden verkauft werden muß, um die laufenden Einkommenansprüche befriedigen zu können, lebt der Betrieb von der Substanz. Ob dabei im praktischen Fall der Boden gleich den Betrieb verläßt oder ob nur über die Grenze der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit hinaus Kredite aufgenommen werden, spielt zunächst eine untergeordnete Rolle. Entscheidend ist nur das Überschreiten der Schwelle von Substanzerhaltung bzw. -vermehrung zu -verlust. Kleinere Betriebe, welche diese Schwelle überschritten haben, sehen sich über kurz oder lang vor die Alternative gestellt, entweder einen Zuerwerb außerhalb des Betriebes zu finden oder diesen ganz aufzugeben. Im Hinblick auf die Entwicklung von Kleinbetrieben als landwirtschaftliche Vollerwerbsbetriebe sprechen wir von Aufgabe, wenn die oben genannte Schwelle überschritten wird. Dieses gilt jedoch nur für Kleinbetriebe mit bereits einseitigem Verhältnis von Arbeit zu Boden, während größere im Vergleich zur Arbeitskapazität mit mehr Land ausgestattete Betriebe bei Überschreiten dieser Schwelle keineswegs langfristig ausscheiden müssen.

## II. Ein Modell für den strukturellen Wandel in abgegrenzten Regionen

Das eben dargestellte Mikromodell, welches eine Feststellung der Grenze ausreichender Einkommenskapazität bei ausschließlich landwirtschaftlicher Tätigkeit erlaubt, bildet ein wesentliches Element für die folgende modellmäßige Beschreibung des wahrscheinlichen Strukturwandels innerhalb einer gegebenen Region. Auf der Basis der Ergebnisse von Mikromodellen werden Gruppen gebildet, deren wirtschaftliche Bedingungen und Verhaltensweisen als einander ähnlich angesehen werden können.

Jede Untersuchung dieser Art gibt Anlaß zu Überlegungen über den Grad der Übereinstimmung zwischen tatsächlichem und normativem Verhalten. Daß die einzelnen Betriebe sich nicht sofort und ohne Einschränkung an neue Bedingungen anpassen, ist allerdings ein wesentlicher Einwand gegen normative Untersuchungen, als daß sie sich überhaupt nicht in die Richtung des Optimums bewegen. Ersterem Einwand kann durch bestimmte Elemente eines rekursiven Modells Rechnung getragen werden. Es kommt bei der Definition eines solchen Modells in erster Linie darauf an, die Zielvorstellungen der Landwirte oder bestimmter Gruppen von Landwirten möglichst genau zu erfassen. Diese liegen keineswegs für alle Gruppen von Betrieben klar auf der Hand. Folgende Möglichkeiten seien hier zur Diskussion gestellt:

1. Maximierung des Vermögens bei gegebenem Verbrauch; dieser Funktion liegt vornehmlich das Verhalten des „reinen Kapitalisten“ zugrunde. Sie ist in der Landwirtschaft im Vergleich zur folgenden Alternative wenig ausgeprägt.
2. Erhaltung oder Wachstum des Betriebes bei gegebenem Verbrauch mit dem Ziel der Schaffung eines auf längere Sicht

für eine Familie bei ausschließlich landwirtschaftlicher Tätigkeit ausreichenden Produktionsvolumens. Mittlere und größere bäuerliche Betriebe dürften im wesentlichen darauf ausgerichtet sein. Obwohl man ähnliche Bestrebungen auch in Kleinbetrieben findet, setzt sich bei begrenztem Bodenangebot in stärkerem Maße die Einsicht durch, daß dieses Ziel für die Mehrzahl der Kleinbetriebe unerreichbar ist. Stattdessen geben sie sich zufrieden mit der

3. Aufrechterhaltung eines gegebenen Einkommens bei landwirtschaftlicher Tätigkeit über einen bestimmten Zeitraum. Dabei wird die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, von der Substanz des Betriebes zu leben, d. h. entweder das vorhandene Land allmählich zu verkaufen oder über die Grenze der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit hinaus Kredite aufzunehmen.

In anderen Worten: Im ersten Fall handelt es sich um Einkommensmaximierung unter Berücksichtigung aller Alternativen innerhalb und außerhalb der Landwirtschaft, im zweiten Fall um Einkommensmaximierung innerhalb der Landwirtschaft, wobei die Verzinsung des flüssigen Eigenkapitals über ein Sparkonto als einzige außerlandwirtschaftliche Anlagemöglichkeit angesehen wird. Im dritten Fall schließlich ist das Prinzip der Einkommensmaximierung aus nicht ökonomischen Gründen noch weitergehenden Einschränkungen unterworfen.

Die unter (3.) gekennzeichnete Verhaltensweise wird in unserem Strukturmodell für die Gruppen von Betrieben unterstellt, bei denen die Mikroanalyse ergab, daß der Schwellenwert zwischen Substanzerhaltung und -verzehr innerhalb einer gegebenen Periode überschritten wird. Diese Feststellung bedingt gewisse Konsequenzen in der Auswahl der Aktivitäten. Bei allen anderen Betrieben wird Verhaltensweise (2.) unterstellt.

Als Untersuchungsgebiet kann zunächst ein Landkreis gewählt werden — eine Erweiterung des Modells auf größere Regionen ist möglich —, dessen natürliche Bedingungen, Betriebsgrößenverteilung und Altersaufbau der landwirtschaftlichen Bevölkerung weitgehend homogen sind. Außerdem wird die Annahme gemacht, daß in allen Teilen dieses Kreises die Möglichkeiten für eine Tätigkeit außerhalb der Landwirtschaft gleich sind. Die Gesamtzahl der landwirtschaftlichen Betriebe wird in Gruppen verschiedener Größenklassen aufgeteilt, wobei folgende Kriterien Berücksichtigung finden:

1. Die Möglichkeit, für einen gewissen Zeitraum als Vollerwerbsbetrieb bestehen zu können.
2. Bestimmte Organisationsformen der Bodennutzung und Viehhaltung als Folge des Zusammenspiels der als homogen angenommenen natürlichen Voraussetzungen und der Arbeitskapazität.

Um das Modell übersichtlich zu halten, werden bei der Definition der Gruppen die stark vereinfachenden Annahmen über Homogenität der natürlichen Bedingungen, der Betriebsgrößenstruktur und des Altersaufbaus gemacht. Damit genügt, von den natürlichen Bedingungen und der örtlichen



Lage der Betriebe aus gesehen, eine Einteilung nach Größenklassen, gemessen am Umfang der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Dem kann man entgegen, die Fähigkeiten der Betriebsleiter innerhalb dieser Gruppen sind derart unterschiedlich, daß die Zusammenfassung aller Betriebe einer Größenklasse zu einer Gruppe nicht gerechtfertigt erscheint. In diesem Falle wäre eine weitere Klassenunterteilung in verschiedene Effizienzgruppen an Hand von Buchführungsergebnissen<sup>14)</sup>, der Fachschulbildung der Betriebsleiter oder anderer Kriterien<sup>15)</sup> erforderlich. Da diese Unterlagen vor allem für Kleinbetriebe einmal nur schwer zu beschaffen sind und zum anderen damit auch noch kein gesicherter Maßstab für die Unternehmerqualität gegeben ist, wird vorgeschlagen, zunächst auf eine so weitgehende Einteilung zu verzichten und mit durchschnittlichen Erträgen und Leistungen zu arbeiten. Dieses scheint vor allem deshalb gerechtfertigt, weil die Flexibilitätsgleichungen, die die Geschwindigkeit der Anpassung an sich ändernde Bedingungen regulieren, den unterschiedlichen Fähigkeiten weitgehend Rechnung tragen<sup>16)</sup>. Die Berücksichtigung weiterer Kriterien schafft jedoch keine neuen methodischen Probleme, sondern wirkt sich ausschließlich in der Größe des Modells aus. Aus Gründen der Übersichtlichkeit soll aber versucht werden, die Zahl der Gleichungen und Aktivitäten in möglichst engem Rahmen zu halten.

Es wird wiederum ein rekursives Modell der linearen Programmierung in der Form (I,1) gewählt. Die Aktivitäten werden darin so definiert, daß für jede Gruppe von Betrieben die üblichen Verfahren der Bodennutzung und Viehhaltung eingeführt werden. Hinzu treten Investitionsvektoren. Die im Zeitablauf entsprechend den steigenden Einkommensansprüchen wachsenden Entnahmen für die Lebenshaltung werden als externe Faktoren bei der Festlegung der Investitionskapazität berücksichtigt. Außerdem wird die Möglichkeit der Landabgabe und -aufnahme in verschiedenen Gruppen berücksichtigt.

Betriebsentwicklungsmodelle für typische Betriebe<sup>17)</sup> der verschiedenen Gruppen geben Aufschluß über einige Elemente eines Modells für die Abschätzung der Strukturwandels in höher aggregierter Form. Diese Informationen betreffen vor allem:

1. Die aus der unterstellten Verhaltensweise abgeleitete Zahl und Art der Aktivitäten einer Gruppe von

Betrieben. Wenn z. B. das Betriebsentwicklungsmodell für eine Gruppe von Betrieben ergibt, daß ihre Einkommenskapazität bereits zu niedrig oder aber ihr Wachstumspotential zu gering ist, so kann daraus für die betreffende Gruppe abgeleitet werden, daß ihre Mitglieder mit Erreichen einer bestimmten Altersgrenze die Bewirtschaftung ihrer Betriebe aufgeben werden (Verhaltensweise (3.) S. 76). Für die Programmaufstellung resultiert daraus, daß der Zukauf von Boden nicht mehr mitberücksichtigt wird. Dieses ist wichtig aus Gründen der relativen Wettbewerbskraft verschiedener Größenklassen in der Nachfrage nach Boden. Die die Nachfrage wesentlich beeinflussende Grenzproduktivität der landwirtschaftlichen Nutzfläche mag in den unteren Größenklassen sehr hoch sein. Trotzdem wird im Hinblick auf die bereits vorweggenommene Entscheidung über die Betriebsaufgabe kein Boden mehr zugekauft.

2. Bestimmte Grenzen in der Ausdehnung einzelner Betriebszweige. Zeigen diese in den Einzelmodellen eine starke Tendenz zur Ausweitung, so besteht Veranlassung, die gesamtwirtschaftlichen Zusammenhänge in der globalen Angebotsentwicklung zu berücksichtigen. Da Preis-Angebotsfunktionen nicht ausdrücklich eingeführt werden, bietet sich die Möglichkeit, die Gesamtentwicklung des Angebots entsprechend den Absatzaussichten bei konstanten Preisen zu begrenzen. Diese Annahme ist zwar relativ starr im Hinblick auf regionale Verschiebungen, kann aber als erste Annäherung durchaus begründet werden. Demnach läßt sich sowohl der Produktionsumfang bei verschiedenen Produkten (z. B. Zahl der Kühe) in einzelnen Gruppen als auch insgesamt begrenzen. Grundsätzlich sollten Verschiebungen zwischen den Gruppen möglich sein, so daß die mögliche Rate der Änderung dort größer sein muß als bei den Gesamtbedingungen. In Anbetracht der in der Praxis zu erwartenden zeitlich verzögerten Reaktion auf Wettbewerbsverschiebungen sollte jedoch auch in den Gruppen nicht ganz auf obere und/oder untere Flexibilitätbeschränkungen in Form von rekursiv sich ändernden oberen und unteren Grenzen der Ausdehnung bzw. Einschränkung von Verfahren verzichtet werden, wenn es sich um solche Betriebszweige handelt, die in ihrem Umfang relativ geringen innerbetrieblichen Bindungen unterworfen sind, wie es z. B. bei der flächenunabhängigen Veredlung der Fall ist.

3. Verfügbarkeit von Kapital zu Investitionszwecken einschließlich Bodenkau. Diese Gleichung wird bei den einzelnen Gruppen berücksichtigt und stellt ein äußerst wichtiges Element des aggregierten Modells dar. Nur, wenn es auf Grund der Entwicklungsmodelle in verschiedenen Gruppen — eventuell geprüft an Hand der Ergebnisse der Betriebsbuchführung — gelingt, zu einer realistischen Begrenzung des jährlich zur Verfügung stehenden Investitionskapitals zu kommen, kann das Strukturmodell helfen, den Wandel für eine absehbare Zeit in realistischer Weise abzuschätzen. Die Investitionskapazität einer Betriebsgruppe hängt ab von — der Kapitalbildung innerhalb der Betriebe,

<sup>14)</sup> Dieser Weg wurde in einer Untersuchung von G. Wein-schenk über „Probleme direkter Einkommensübertragungen“ gewählt. In: Grenzen und Möglichkeiten einzelstaatlicher Agrarpolitik. München—Basel—Wien 1964.

<sup>15)</sup> Vgl. die Beiträge in: A Study of Managerial Processes of Midwestern Farmers; edited by G. L. Johnson, A. N. Halter, H. R. Jensen and D. W. Thomas. Ames, Iowa 1961.

<sup>16)</sup> Vgl. R. H. Day: An Approach to Production Response. Agricultural Economics Research, Vol. XIV (1962), No. 4.

<sup>17)</sup> Das Problem der Auswahl und Behandlung typischer Betriebe sei hier nicht aufgenommen. Sie wirft eine Reihe neuer Probleme auf, die für Untersuchungen dieser Art kürzlich von N. W. Schaller auf der Jahrestagung der American Farm Economics Association diskutiert wurden. Vgl. N. W. Schaller: Data Requirements for New Research Models. Annual Meeting AFEA, Lafayette, Indiana, 16.—19. August 1964.



Übersicht 2: Ausgangsformulierung eines regionalen Modells zur Schätzung des Strukturwandels

| Gruppe         | Einheit                       | Gruppe 1                                   |                |                |                |                |                |                |  |                |                | Gruppe 2       |                |                |                | etc.  |
|----------------|-------------------------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---|
|                |                               | Aktivitäten d. Viehhaltg. und Bodennutzung | Kredit         | Investitionen  | Boden-kauf     | Boden-verkauf  | Boden-pacht    | Boden-verpacht | Aktivitäten d. Viehhaltg. und Bodennutzung | Kredit         | Investitionen  | Ma-schinen     | Ge-bäude       | Boden-kauf     | Boden-verkauf  |   |
|                |                               | $P_1^1, \dots, P_n^1, z_1^1, \dots, z_n^1$ | $P_K^1, z_K^1$ | $P_1^1, z_1^1$ | $P_2^1, z_2^1$ | $P_V^1, z_V^1$ | $P_H^1, z_H^1$ | $P_A^1, z_A^1$ | $P_1^2, \dots, P_n^2, z_1^2, \dots, z_n^2$ | $P_K^2, z_K^2$ | $P_1^2, z_1^2$ | $P_2^2, z_2^2$ | $P_1^2, z_1^2$ | $P_2^2, z_2^2$ | $P_V^2, z_V^2$ |   |
| Gesamte Region | LN, insgesamt                 |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{LN}^0(t) = \alpha_{LN}^0 b_{LN}^0(t-1) + v_{LN}^0(t)$   |
|                | Flächenkauf u. -verkauf       |  | 0              | 0              | -1             | +1             | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | -1             | +1             | 0   |
|                | Flächenpacht u. -verpacht     |  | 0              | 0              | 0              | 0              | -1             | +1             |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0   |
|                | Bodennutzung Maxima           |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{Bmax}^0(t) = b_{Bmax}^0(t-1) + v_{Bmax}^0(t)$   |
|                | Ausdehnungen                  | $A_{11}$                                   | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $A_{02}$                                   | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{BA}^0(t) = \alpha_{BA}^0 x_B^*(t-1)$  |
|                | Einschränkungen               |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{BE}^0(t) = \alpha_{BE}^0 x_B^*(t-1)$  |
|                | Viehhaltung Maxima            |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{VHmax}^0(t) = b_{VHmax}^0(t-1) + v_{VHmax}^0(t)$  |
|                | Ausdehnungen                  |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{VHA}^0(t) = \alpha_{VHA}^0 x_{VH}^*(t-1)$   |
|                | Einschränkungen               |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{VHE}^0(t) = \alpha_{VHE}^0 x_{VH}^*(t-1)$   |
|                | LN                            |  | 0              | 0              | 0              | -1             | -1             | +1             |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{LN}^1(t) = x_Z^{1*}(t-1) + x_H^{1*}(t-1) - x_V^{1*}(t-1) - x_A^{1*}(t-1) + \alpha_{LN}^1 b_{LN}^1(t-1)$       |
| I              | Verkauf u. Verpacht           |  | 0              | 0              | 0              | +1             | 0              | +1             |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_{B0}^1(t) = \alpha_{B0}^1 b_{LN}^1(t-1)$   |
|                | Bodennutzung, vgl. oben       |  | 0              | 0              | 0              | +1             | 0              | +1             |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |   |
|                | Fruchtfolge, vgl. Übersicht 1 |  | 0              | 0              | $a_{BZ}^1$     | $a_{BV}^1$     | $a_{BH}^1$     | $a_{BA}^1$     |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |   |
|                | Viehhaltung, vgl. oben        | $A_{11}$                                   | 0              | 0              | $a_{FZ}^1$     | $a_{FV}^1$     | $a_{FH}^1$     | $a_{FA}^1$     |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_A^1(t) = b_A^1(t-1) + v_A^1(t)$  |
|                | Arbeit in Zeitspannen         |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_M^1(t) = x_I^{1*}(t-1) + \alpha_M^1 b_M^1(t-1)$  |
|                | Maschinen                     |  | 0              | -1             | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_G^1(t) = x_I^{1*}(t-1) + \alpha_G^1 x_{V1}^{1*}(t-1) + \alpha_{G2}^1 x_A^{1*}(t-1) + \alpha_{G3}^1 b_G^1(t-1)$ |
|                | Gebäude                       |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_I^1(t) = -x_I^{1*}(t-1) - x_H^{1*}(t-1) - x_Z^{1*}(t-1) + x_V^{1*}(t-1) + v_I^1(t)$                            |
|                | Investitionen                 |  | -1             | +1             | +1             | -1             | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | $b_K^1(t) = -x_K^{1*}(t-1) + b_K^1(t-1) + v_K^1(t)$   |
|                | Kredit                        |  | +1             | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |  | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |   |
|                | LN usw.                       |  |                |                |                |                |                |                | $A_{21} = 0$                               |                |                |                |                |                |                | $b_{LN}^2(t) = \dots$   |

der Möglichkeit, zu aufnehmen und in größeren Beträgen eine Flächenabschätzung zu prüfen bleibt. In der Matrix ist die relative Wettbewerbsfähigkeit der Betriebswirtschaften in der Umgebung des betrachteten Bereiches zu berücksichtigen. In dieser Hinsicht ist die Investition in die Flächenabschätzung zu berücksichtigen. Neben diese auf den abgetheilten Flächen einige externe Faktoren zu berücksichtigen. Sie bringen den Strukturwandel durch die Investition auf verschoben wird. In einzelnen Fällen, die beachtet werden. 1. Die Möglichkeit von Arbeitskräften. Dergleichen Bevölkerung, dessen Berufe werden abgewandert. Der stärker an landwirtschaftlichen so daß auch die Ratetraget und durch die Wirtschaft. Unterstellt man, daß die Beschäftigten in den nur dann zu erwarten der noch vorhanden eingestellt werden. Kräfte, wenn damit überhaupt von Annahme gerechtfertigt. Wanderung von Familien. Betriebswirtschaften. Wirtschaftswachstum. Erhöhen. Annehmen. Auf der Bevölkerung. Einmal ernannter. Gemeine Rate der Annahme. Ist damit in den Grundrissen. Betriebe, die nicht determiniert, so daß die Abrechnungen formalisiert. 1. Agrarpolitik. Wie auf die Landkarte bestimmte Richtungen. Auf der Seite. Beträgen. Von unten. Mit. Verkauft. Durch. Die. Fähigkeit. Der. Abrechnungen. Einmal. Provisions. In. Beträgen. Erwähnt. Und. Sprechend. Den. Abrechnungen. Werden.



- der Möglichkeit, bzw. der Bereitschaft, Kredite aufzunehmen und
- in größeren Betrieben von der Möglichkeit, über eine Flächenabstockung Kapital zu erhalten.

Zu prüfen bleibt die Frage, ob die relative Wettbewerbsfähigkeit verschiedener Investitionsobjekte den Umfang der Investitionen infolge der Struktur der Matrix intern bestimmen soll oder, ob die relative Wettbewerbsfähigkeit bereits als auf Grund der Betriebsentwicklungsmodelle bekannt eingeführt werden kann. Letztere Alternative erlaubt es, den Umfang des Strukturmodells wesentlich zu begrenzen. In dieser Formulierung wird die relative Wettbewerbsfähigkeit dadurch eingeführt, daß die Investitionen in verschiedene Objekte durch Flexibilitätsgleichungen nach oben begrenzt werden.

Neben diese aus den Betriebsentwicklungsmodellen abgeleiteten Elemente des Strukturmodells treten einige extern bestimmte Bedingungen. Sie bringen zum Ausdruck, wie der Strukturwandel durch globale Daten und durch die Situation auf verschiedenen Agrarmärkten beeinflusst wird. Im einzelnen ergeben sich folgende Bedingungen, die beachtet werden müssen:

1. Die mögliche Rate der Abnahme von Arbeitskräften in der Landwirtschaft. Derjenige Teil der landwirtschaftlichen Bevölkerung, dessen Mobilität einen Wechsel in andere Berufe gestattet, ist heute größtenteils bereits abgewandert. Der verbleibende Teil ist wesentlich stärker an landwirtschaftliche Tätigkeit gebunden, so daß auch die Rate der Abwanderung sich verringert und durch zusätzliche Faktoren beeinflusst wird. Unterstellt man, daß eine Abnahme der Zahl der Beschäftigten in Zukunft bei Lohnarbeitskräften nur dann zu erwarten ist, wenn bei Pensionierung der noch vorhandenen Arbeitskräfte keine neuen eingestellt werden, und bei Familienarbeitskräften, wenn damit die Aufgabe der Landwirtschaft überhaupt verbunden ist, so ist einmal die Annahme gerechtfertigt, daß die bei weiterer Abwanderung von Familienarbeitskräften notwendigen Betriebsaufgaben in der Regel nur im Generationenwechsel erfolgen. Zum anderen läßt sich aus diesen Annahmen und der gegebenen Altersstruktur der Bevölkerung die maximale und mit allerdings geringerer Genauigkeit auch die wahrscheinliche Rate der Abnahme bestimmen. Gleichzeitig ist damit in den Gruppen der kleineren und mittleren Betriebe die maximale Rate der Bodenabgabe determiniert, so daß entsprechende Begrenzungsbedingungen formuliert werden können.

2. Agrarpolitische Ziele. Diese können sich auf die Lenkung des Strukturwandels in eine bestimmte Richtung beziehen, in dem nämlich staatlicherseits Beihilfen gegeben werden, wenn der Boden von Betrieben bestimmter Größenklassen aufgenommen wird, oder aber dieses bei Landverkäufen direkt vorgeschrieben wird. Die Möglichkeit der absoluten Angebotsbegrenzung bei einzelnen Produkten durch Festsetzung von Höchstgrenzen je Betrieb wurde bereits bei den Einzelmodellen erwähnt und muß im Strukturwandel entsprechend den geltenden Vorschriften berücksichtigt werden.

Damit sind die Voraussetzungen gegeben, ein Strukturmodell aufzustellen, das in abgekürzter Form in Übersicht 2<sup>18)</sup> dargestellt ist. Es besteht aus einer bestimmten Anzahl von Gesambedingungen, die für die gesamte Region über alle Einzelgruppen hinweg gültige Begrenzungen zum Ausdruck bringen. Sie umfassen

- eine Begrenzung der landwirtschaftlichen Nutzfläche

$$(II, 1) \quad b_{LN}^0(t) = \alpha_{LN}^0 b_{LN}^0(t-1) + v_{LN}^0(t)$$

Diese Gleichung enthält in  $v_{LN}^0(t)$  den jährlich geschätzten öffentlichen Bedarf an Boden. Der Koeffizient  $\alpha_{LN}^0$  mit  $0 \leq \alpha_{LN}^0 \leq 1$  bringt die Abwanderung eines bestimmten Teils der Nutzfläche in den Nebenerwerb zum Ausdruck. Seine quantitative Bestimmung erfolgt auf der Basis empirischer Untersuchungen und der Ergebnisse der Betriebsentwicklungsmodelle in verschiedenen Größenklassen;

- zwei Ungleichungen über Kauf und Pacht von landwirtschaftlicher Nutzfläche, die sicherstellen, daß Käufe und Verkäufe sowie Pachtungen und Verpachtungen einander gleich bleiben. Ihre rechten Seiten, d. h. ihre  $b_i^0(t)$ -Koeffizienten, sind infolgedessen gleich Null;

- Ungleichungen über obere Begrenzungen sowie maximale Raten der Ausdehnung und Einschränkung bestimmter Fruchtarten, die vor allem marktbedingt sind. So kann z. B. auf diese Art die Kapazität einer Erbsenverarbeitungsanlage zum Ausdruck gebracht werden, ohne etwas über die Verteilung der insgesamt erlaubten Fläche auf verschiedene Betriebsgrößenklassen auszusagen (vgl. Übersicht 2, oberer Teil);

- entsprechende Ungleichungen für die Viehhaltung. Dadurch kann beispielsweise die Gesamtzahl der Kühe aus marktwirtschaftlichen Gründen konstant gehalten werden, während Verschiebungen zwischen den Gruppen durchaus möglich sind. Ebenso kann mittels der Größe  $v_{VH}^0(t)$  eine bestimmte Wachstumsrate in der Gesamtzahl ermöglicht werden. Diese Formulierung läßt Gesichtspunkte komparativer Vorteile zwischen verschiedenen Gebieten außer Betracht. Doch würde das Modell in der hier vorgeschlagenen Form überfordert sein, wollte man diese mitberücksichtigen. Auf der anderen Seite ist es bei Produkten, die von der Markseite aus in ihrem Umfang begrenzt sind, nicht möglich, Begrenzungen dieser Art ganz zu vernachlässigen (vgl. Übersicht 2, oberer Teil).

In dieser Formulierung wurde die gesamte, für die Landwirtschaft einer Region maximal verfügbare Kreditsumme nicht mitberücksichtigt. Wenn die Nachfrage nach Krediten in allen Größenklassen sehr hoch ist, könnte es erforderlich werden, zusätzlich zu den Richtlinien für Einzelbetriebe auch die gesamte einer Region erlaubte Summe durch eine Begrenzung in das Modell aufzunehmen.

<sup>18)</sup> In dieser Übersicht geben die oberen Indices der Aktivitäten, Koeffizienten und Variablen die Zugehörigkeit zu den verschiedenen Gruppen an. Der Index 0 charakterisiert die Gesambedingungen.



Diesen Gesamtbedingungen schließen sich für jede der Einzelgruppen verschiedene Begrenzungsbedingungen an. Im einzelnen beziehen sie sich auf folgende Faktoren:

- Gesamtfläche dieser Gruppe, z. B. der Gruppe k. Sie kann sich durch Kauf, Verkauf, Pacht und Verpacht in bestimmten Grenzen ändern;

$$(II, 2) \quad b_{LN}^k(t) = x_z^{k*}(t-1) + x_{II}^{k*}(t-1) - x_v^{k*}(t-1) - x_A^{k*}(t-1) + \alpha_{LN}^k b_{LN}^k(t-1)$$

In dieser Gleichung geben die  $x_j^{k*}(t-1)$ -Werte die Bodenbewegungen des vorhergehenden Jahres an, soweit sie die Betriebsgruppe k betreffen. Der Koeffizient  $\alpha_{LN}^k$  des letzten Gliedes,  $0 \leq \alpha_{LN}^k \leq 1$ , bringt zum Ausdruck, daß bei Betriebsaufgaben in Form eines Übergangs zu Nebenerwerbslandwirtschaft der Vollerwerbslandwirtschaft ein Teil des Bodens der aufgebenden Betriebe verloren geht. Für die Betriebe mit größerem Flächenumfang ist  $\alpha_{LN}^k$  in der Regel gleich 1, während in kleineren Betrieben dieser Koeffizient aus empirischen Untersuchungen über das Verhalten bei Betriebsaufgaben abzuleiten ist;

- maximale Änderungen im Flächenumfang. Diese werden in Abhängigkeit von der Altersstruktur durch Flexibilitätskoeffizienten gelenkt. In den langfristig nicht lebensfähigen Gruppen wird nur eine Landabgabe und eine Aufnahme über Zupacht in begrenztem Umfang gestattet. Bodenkauf bleibt aus den bereits erwähnten Gründen in diesen Gruppen ausgeschlossen;

$$(II, 3) \quad b_{Bo}^k(t) = \alpha_{Bo}^k b_{LN}^k(t-1)$$

Diese Gleichung bringt zum Ausdruck, daß das Ausmaß des Bodenwechsels vom Umfang der Fläche und einem Koeffizienten  $\alpha_{Bo}^k$  abhängt; letzterer ergibt sich aus der Altersstruktur der Bevölkerung und der aus den Mikromodellen abgeleiteten Einkommenskazität der Betriebe bzw. aus der Verhaltensweise bezüglich Betriebsaufgabe in der Vergangenheit;

- Fruchtfolgebedingungen. Diese halten sich in dem auch für Einzelbetriebe gültigen Rahmen. Existieren Anbaubegrenzungen für bestimmte Fruchtarten, die sich auf einzelne Betriebe oder Größenklassen beziehen, müssen diese hier mit eingeführt werden;
- Viehhaltung. Hier gelten unter Umständen gewisse agrarpolitisch gesetzte obere Grenzen. Zudem muß aber mittels rekursiv bestimmter Begrenzungen eine im Vergleich zu den Absatzmöglichkeiten übermäßig schnelle Ausdehnung, vor allem flächenunabhängiger Zweige, verhindert werden;
- Arbeitskapazität. Diese wird auf Grund statistischer Daten sowohl in ihrer absoluten Höhe wie auch in bezug auf zu erwartende Änderungen [ $v_A^k(t)$ ] für die wesentlichen Zeitspannen festgelegt;
- Maschinen- und Gebäudekapazität. Diese sind aus der Betriebsstatistik zu entnehmen, vermin-

dern sich durch Abschreibung und werden durch Neuinvestitionen wieder aufgefüllt. Außerdem ist bei Gebäuden zu berücksichtigen, daß in den unteren Größenklassen ein Teil der Gebäude bei Betriebsaufgabe entzogen wird. Demnach gilt für Gebäude in der Gruppe k

$$(II, 4) \quad b_G^k(t) = x_I^{k*}(t-1) + \alpha_{G1}^k x_v^{k*}(t-1) + \alpha_{G2}^k x_A^{k*}(t-1) + \alpha_{G3}^k b_G^k(t-1)$$

wo  $x_I^{k*}(t-1)$  den Umfang der Neuinvestitionen des Vorjahres, die Koeffizienten  $\alpha_{G1}^k$  und  $\alpha_{G2}^k$  den Anteil, um den sich die Gebäudekapazität auf Grund von Betriebsaufgaben vermindert, und  $\alpha_{G3}^k$  die durchschnittliche Abschreibungsquote angeben;

- Investitionskapazität. Diese wird abgeleitet aus dem Kapitalbildungsvermögen auf der Basis der Betriebsentwicklungsmodelle, der Investitionstätigkeit in verschiedenen Gruppen sowie aus den Bodenkäufen und -verkäufen. Die quantitative Bestimmung der einzelnen Größen erfolgt teils intern, teils ist sie eine Funktion der Einzelergebnisse. Die dabei zugrunde liegende Funktionsform ist sicherlich schwer zu ermitteln. Es wird vorgeschlagen, zunächst allgemein zu formulieren

$$(II, 5a) \quad b_I^k(t) = -x_I^{k*}(t-1) - x_I^{k*}(t-1) - x_z^{k*}(t-1) + x_v^{k*}(t-1) + v_I^k(t)$$

wobei die Größe  $v_I^k(t)$  eine Funktion der Ergebnisse der Einzelmodelle ist, etwa in der Form  $v_I^k(t) = f[x_{Ba}^k(t-1); y_L^k(t-1)]$ ;

- Kreditaufnahmebereitschaft. Die Neigung zur Kreditaufnahme ist aus der Entwicklung der Vergangenheit sowie aus den Ergebnissen der Entwicklungsmodelle zu entnehmen. In diesem Modell soll zunächst versucht werden, die jährliche Kreditaufnahme extern durch  $v_K^k(t)$  zu begrenzen, wobei jedoch Übertragungsmöglichkeiten aus vorhergehenden Jahren gestattet sind. Demnach ist

$$(II, 5) \quad b_K^k(t) = -x_K^{k*}(t-1) + b_K^k(t-1) + v_K^k(t)$$

Schließlich bleiben noch bestimmte Tendenzen zu beachten, die eine Abweichung vom Prinzip der Gewinnmaximierung darstellen, wie z. B. die Tendenz, in größeren Betrieben die Milchviehhaltung abzuschaffen, weil man die starke zeitliche Bindung an den Betrieb scheut. Derartige Gegebenheiten können in den entsprechenden Gleichungen der Bodennutzung und Viehhaltung in den konstanten Gliedern berücksichtigt werden.

Insgesamt erhält die Matrix der Koeffizienten mit Ausnahme der Gesamtbedingungen eine block-diagonale Form. Die Bindungen zwischen den verschiedenen Größenklassen ergeben sich in der hier gewählten Formulierung durch Landabgabe und -aufnahme. Kompliziertere Modelle sind denkbar, in denen auch Vieh-, Gebäude- und Maschinen-transfer eingeschlossen werden. Doch soll zunächst versucht werden, ein Modell in der vorgeschlagenen Form mit empirischen Daten zu prüfen.



### III. Anwendungsbereich

Abgesehen von der Möglichkeit, das Betriebsentwicklungsmodell für quantifizierende Untersuchungen über das Wachstum landwirtschaftlicher Betriebe zu verwenden, läßt sich die Kombination von Betriebsentwicklungsmodellen und regionalem Strukturmodell für die Analyse struktureller Wandlungen innerhalb bestimmter Zeiträume einsetzen. Voraussetzung dafür ist die Prüfung des Modells in solchen Regionen, in denen durch Untersuchungen bestimmter Organisationen, wie z. B. der Agrarsozialen Gesellschaft, ausreichendes Datenmaterial vorliegt, um bestimmte Parameter schätzen zu können. Dabei wird sich zeigen, in welchen Punkten das Modell stärker aggregiert werden kann und wo stärker ins Detail gehende Formulierungen erforderlich werden.

Auf Grund des noch immer hohen Disaggregationsgrades ist es vorläufig nicht möglich, an die Erweiterung des hier vorgeschlagenen Modells auf eine größere Region, z. B. ein Bundesland oder gar die gesamte Bundesrepublik, zu denken. Dazu müßte es entweder auf einer wesentlich höheren Stufe der Aggregation definiert werden, oder aber es bietet sich eine andere — vermutlich vorzuziehende — Lösung auf der Basis der Auswahl einer Stichprobe von Landkreisen in verschiedenen Gebieten. Auf dieser Grundlage könnte dann unter Heranziehung der Agrarstatistik der Strukturwandel für größere Regionen geschätzt werden.

#### Zusammenfassung

Agrarpolitische Maßnahmen zur Erleichterung und Förderung des Strukturwandels in der Landwirtschaft verlangen vielfach Vorschätzungen über die unter bestimmten wirtschaftlichen Voraussetzungen möglichen und wahrscheinlichen Änderungen. Es wird versucht, ein Modell zu entwickeln, das bei Anwendung auf reale Verhältnisse einen Teil dieser Informationen

geben kann. Dieses „Betriebsentwicklungsmodell“ zeigt unter der Annahme bestimmter Verhaltensweisen und gegebener wirtschaftlicher Daten die Entwicklung der Betriebsorganisation und der Einkommenskapazität der Betriebe. Der zeitliche Ablauf wird rekursiv, das heißt auf der Basis der jeweils zeitlich vorausgehenden Entscheidungen bestimmt. Dadurch läßt sich für kleinere Betriebe ableiten, bis zu welchem Zeitpunkt sie bei steigenden Einkommenserwartungen als Vollerwerbsbetriebe bewirtschaftet werden können.

Auf der Basis der geschätzten Entwicklung in bestimmten Betriebstypen und der gegebenen Altersstruktur der landwirtschaftlichen Bevölkerung wird im zweiten Teil in Umrissen ein Modell zur Schätzung des wahrscheinlichen Strukturwandels in abgegrenzten kleinen Regionen beschrieben. Die Anforderungen an das Datenmaterial zur Prüfung des Modells und sein noch relativ geringer Grad der Aggregation lassen eine Anwendung auf größere Gebiete noch nicht zu. Stattdessen wird vorgeschlagen, die Gesamtentwicklung durch Aggregation der Ergebnisse einer Stichprobe von kleineren Regionen zu schätzen.

#### A model for estimating of the structural change in agriculture

Policies aiming at facilitating and stimulating structural change in agriculture often require estimates concerning the possible and probable extent of changes under certain economic conditions. An attempt has been made to develop a model which may yield part of the information when applied to real data. A model characterizing the development of the firm is derived. Given certain behavioral assumptions and a specific set of economic data, the results show the development of the organization of the farm and its income capacity over time. This is achieved through recursively determining the planning data where the outcome for a given period depends upon decisions taken in one or more preceding periods. Thereby it becomes possible to determine how long small farms can exist as full-time farms under conditions of rising income expectations.

The second part outlines a model for estimating structural change in small regions. It is based on the estimated development of farms in specific groups and the age structure of the agricultural population. Data requirements for a practical test of the model and its low degree of aggregation prevent an application for larger regions. Instead it is proposed to estimate the development within larger areas by aggregating the results of a sample of small regions.

## Probleme der Formulierung und Interpretation von Produktionsfunktionen landwirtschaftlicher Betriebe

Dr. E. Neander

Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre, Göttingen<sup>1)</sup>

### Das Konzept der Produktionsfunktion

In der Theorie des Betriebes kennzeichnet die Produktionsfunktion die — rein technischen — Beziehungen zwischen der in einem produktiven Prozeß erzeugten Gütermenge und den Mengen der zu ihrer Hervorbringung aufgewandten Produktionsfaktoren:

$$(1) \quad Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

wobei Y das jeweilige Endprodukt und  $X_1, \dots, X_n$  die zum Einsatz gelangenden Produktionsfaktoren bezeichnen. Bei der Formulierung einer derartigen Beziehung geht man von der Voraussetzung aus, daß das jeweilige Produktionsverfahren „wirkungsvoll“ ist, d. h. es werden unter den zahllosen möglichen Faktor-Faktor- und Faktor-Produktkombinationen nur diejenigen berücksichtigt, die mit Hilfe einer gegebenen Faktormenge —

auf einem bestimmten Stand technischen Wissens — die jeweils größtmögliche Produktmenge hervorzubringen vermögen<sup>2)</sup>.

Von den beiden Grundtypen der Produktionsfunktion, der „klassischen“ und der „Leontief“-

<sup>1)</sup> Die Studie entstand während eines einjährigen Aufenthaltes am Department of Agricultural Economics der University of Illinois, Urbana (Illinois), mit Unterstützung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in Bonn. Der Verfasser ist Prof. E. R. Swanson und Prof. G. G. Judge für mancherlei Anregungen dankbar. Die Verantwortung für evtl. Fehler und Irrtümer übernimmt er selbstverständlich selbst.

<sup>2)</sup> S. Carlson: A study of the pure theory of production. London 1939. J. R. Hicks: Value and Capital; 2nd edition, Oxford 1946. J. M. Henderson, R. E. Quandt: Microeconomic Theory; New York—Toronto—London 1958. E. Schneider: Einführung in die Wirtschaftstheorie, II. Teil, 5. Aufl. Tübingen 1958. G. Laßmann: Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie; Köln-Opladen 1958. W. Krelle: Preistheorie; Tübingen—Zürich 1961.