

---

Kögl, H.: Erklärung und Prognose einzelbetrieblicher Entwicklung mit Hilfe von Risikonutzenfunktionen. In: Henrichsmeyer, W.: Prognose und Prognosekontrolle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 17, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1980), S. 495-516.

---



ERKLÄRUNG UND PROGNOSE EINZELBETRIEBLICHER  
ENTWICKLUNG MIT HILFE VON RISIKONUTZEN-  
FUNKTIONEN

von

H a n s K ö g l, Braunschweig

---

Einleitung

1. Theoretische Grundlagen
  2. Durchführung der Untersuchung
    - 2.1 Auswahl der Betriebe
    - 2.2 Ermittlung von Risikonutzenfunktionen
    - 2.3 Berechnung effizienter Betriebsorganisationen
  3. Ergebnisse der Untersuchung
    - 3.1 Schätzfunktionen für den Risikonutzen
    - 3.2 Gewinnmaximum, Nutzenmaximum, Ist- und Soll-Organisation
  4. Erklärungs- und Prognosewert der Risikonutzenanalyse
- 

Einleitung  
=====

Die Erkenntnis, daß die spezielle Intensität in der tierischen und pflanzlichen Produktion und die Produktionsrichtung landwirtschaftlicher Betriebe nicht nur durch die natürlichen Verhältnisse, die Agrarstruktur und die gesamtwirtschaftliche Entwicklung bestimmt werden, sondern auch von Zielsetzung und Verhaltensweisen des Betriebsleiters und seiner Familie bedeutende Impulse erfahren, gehört bereits seit geraumer Zeit zum gesicherten Wissen von Mikroökonomie und Standortforschung<sup>1)</sup>. Auch die moderne Standorttheorie hat sich dieser

---

1) Siehe AEREBOE (1), BRINKMANN (5) und THÜNEN (29).

Aussage angeschlossen und bezeichnet darüber hinaus u.a. soziale und institutionelle Bedingungen, unter denen landwirtschaftliche Produktion stattfindet, als wichtige Einflußfaktoren<sup>2)</sup>. Der Grund für diese Betrachtungsweise ist darin zu suchen, daß mit dem o.g. Sachverhalt eine Erklärung dafür möglich wird, weshalb einzelne Wirtschaftssubjekte auf gleiche ökonomische Anreize sehr unterschiedlich reagieren.

Wie wenig bisher diese Erkenntnis bei der Formulierung von Modellen für die einzelbetriebliche Planung und Projektion von Entwicklungspfaden berücksichtigt wurde, geht allein bereits daraus hervor, daß nahezu ausnahmslos Gewinnmaximierung als oberstes - wenn nicht sogar einziges - Ziel wirtschaftlichen Handelns unterstellt wurde. Berechtigt, aber nichtsdestoweniger unrealistisch, ist diese Annahme jedoch nur, solange auch gleichzeitig sichere Erwartungen unterstellt werden.

Für die Erklärung und Prognose einzelbetrieblicher Entwicklung sollten daher Mittel und Wege gefunden werden, Modelle zu formulieren, die ein breiteres und realistischeres Spektrum der wirtschaftlichen Verhaltensweisen abzubilden vermögen.

Frühe Arbeiten auf diesem Gebiet stammen bereits von FREUND (10) und HENDERSON (14), die beide, wenn auch mit unterschiedlichen Ansätzen, zu zeigen vermochten, daß bei ausschließlicher Maximierung der Gewinnerwartung die Organisation - in diesen Fällen die Anbaustruktur - existenter Betriebe nicht oder nur unvollkommen erklärt werden kann und demzufolge auch eine Prognose der zukünftigen Entwicklung von vornherein einen systematischen Fehler enthält.

## 1. Theoretische Grundlagen

Den ersten Baustein zu dieser Untersuchung liefert die Präferenz- und Entscheidungstheorie, soweit sie sich mit der Optimierung von Entscheidungen bei unsicheren Erwartungen beschäftigt<sup>3)</sup>. Die Mehrzahl der in der Literatur vorgeschlagenen

---

2) Siehe WEINSCHENCK und HENRICHSMEYER (30).

3) Siehe z.B. BAMBERG und COENENBERG (3), KRELLE (20) und SCHNEEWEISS (27).

Entscheidungskriterien, seien es Parameter von Wahrscheinlichkeitsverteilungen einer Zielgröße, Ruinwahrscheinlichkeit oder Entscheidungsregeln<sup>4)</sup>, leiden darunter, daß sie nicht oder nur unter bestimmten Bedingungen als rational bezeichnet werden können, wobei als rational hier die Übereinstimmung mit einem System von Axiomen verstanden wird, dessen Begründung auf v. NEUMANN und MORGENSTERN (25) zurückgeht<sup>5)</sup>.

Rational im Sinne dieser Axiome, die hier nicht Gegenstand einer kritischen Analyse sein können<sup>6)</sup>, ist aber das Prinzip der maximalen Nutzenerwartung, das auch den Namen des Mathematikers BERNOULLI, D. trägt.

Dieses Prinzip postuliert die Existenz einer kardinalen Nutzenfunktion, die es dem Entscheidenden ermöglicht, den erwarteten Nutzen jeder denkbaren Handlungsmöglichkeit zu bestimmen und anhand des Maximalwertes die optimale Entscheidung zu treffen<sup>7)</sup>.

Auch die Diskussion über die universelle Gültigkeit des Bernoulli-Prinzips soll hier nicht aufgegriffen werden, sondern nur die Bedenken, die sich dagegen wenden, ob es grundsätzlich möglich ist, empirisch Risikonutzenfunktionen zu ermitteln, da

- Präferenzrelationen zeitlich nicht stabil sind und
- nicht auszuschließen ist, daß bei fiktiven Entscheidungen die wahre Präferenzstruktur nicht hervortritt<sup>8)</sup>.

---

4) Wie etwa Maximin-, Hurwicz-Regel u.a., vgl. SCHNEEWEISS (27).

5) Im wesentlichen handelt es sich um vier Axiome, und zwar

- das ordinale Prinzip
- das Dominanz-Prinzip
- das Stetigkeitsaxiom
- das Unabhängigkeitsaxiom

Eine ausführliche Behandlung dieser Axiome findet sich bei SCHNEIDER, D. (28, S. 90-100).

6) Siehe dazu BITZ und ROGUSCH (4), KOCH (18) und LEBER (21).

7) Die Risikonutzenfunktion ist eindeutig bis auf eine positive, lineare Transformation. Der Verlauf der Funktion hängt allein von der Einstellung des Entscheidenden zum Risiko ab und kann linear (Risikoneutralität), konkav (Risikoaversion) oder konvex (Risikozuneigung) bzw. eine Kombination dieser Grundtypen sein. Siehe dazu JACOB und LEBER (15, 16).

8) Vgl. HANF, C.H. (13).

Ersterem ist zuzustimmen, allerdings mit der Einschränkung, ob es sich bei der zeitlichen Instabilität der Risikopräferenz nicht eher nur um graduelle als um gravierende Verhaltensänderungen in der Risikobereitschaft des Entscheidenden handelt.

Zum zweiten ist zu bemerken, daß - wie die Sozial-Psychologie gezeigt hat - es natürlich einer sehr sorgfältigen Planung und Formulierung der vorzulegenden Fragen bedarf, um die Einstellung des Betriebsleiters zum Risiko, die aus dem Einwirken einer Vielzahl von außerökonomischen Faktoren resultiert, in vollem Umfang einzufangen<sup>9)</sup>.

Der zweite Baustein der vorliegenden Untersuchung ist die Anwendung des ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )-Prinzips mittels quadratischer Programmierung für die Berechnung effizienter Betriebspläne, wobei unter effizient der Plan verstanden wird, der für gegebenen Erwartungswert der Zielgröße die kleinste Varianz besitzt oder für gegebene Varianz den Erwartungswert maximiert<sup>10)</sup>. Für den Fall, daß sich die Risikonutzenfunktion des Entscheidenden durch Momente der Verteilung der Zielgröße darstellen läßt, beispielsweise ein Polynom erster, zweiter oder höherer Ordnung unterstellt werden kann, ist es möglich, aus der Schar der berechneten effizienten Pläne diejenige Organisation zu ermitteln, die die Nutzenerwartung des Entscheidenden maximiert<sup>11)</sup>.

- 
- 9) Auch die Ergebnisse mehrerer Untersuchungen bestätigen, daß das Gelingen einer derartigen Befragung weitgehend von der Art und Formulierung der Fragen abhängt. Siehe dazu DILLON and SCANDIZZO (9), HALTER and BERINGER (11), LIN, DEAN and MOORE (23), OFFICER and HALTER (26) und die bei KEENEY und RAIFFA (17) beschriebenen Untersuchungen.
  - 10) Zur Anwendung des ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )-Prinzips auf Planungen im Agrarbereich siehe KÜGL (19) und die dort angegebene Literatur.
  - 11) Diese Vorgehensweise ist allerdings mit dem Nachteil verbunden, daß ein Polynom zweiter Ordnung mit zunehmenden Werten von X auch eine Zunahme der Risikoaversion impliziert, was nicht in jedem Fall als plausibel unterstellt werden kann. Vgl. dazu KEENEY and RAIFFA (17, S. 165-174). Von BUCCOLA and FRENCH (6) und LIN and CHANG (22) wurden deshalb auch weitere Funktionstypen auf ihre Eignung hin untersucht.

Aus den bisherigen Ausführungen folgt unmittelbar, daß Risikonutzenfunktionen nur dann ein sinnvolles Instrument zur Erklärung und Prognose betrieblicher Entwicklung sind, wenn folgende vier Voraussetzungen gegeben sind<sup>12)</sup>:

1. Das Wirtschaftsergebnis unterliegt von Jahr zu Jahr Schwankungen, für die ein stochastisches Gesetz nicht eindeutig erkennbar ist.
2. Diese Schwankungen werden vom Betriebsleiter erkannt und als Risiko<sup>13)</sup> aufgefaßt.
3. Der Betriebsleiter hat die Möglichkeit, zwischen Produktionsverfahren zu wählen, die sich hinsichtlich Höhe und Sicherheit des erzielbaren Gewinns deutlich voneinander unterscheiden.
4. Die Einstellung des Betriebsleiters gegenüber dem Risiko ist zeitlich weitgehend invariant.

## 2. Durchführung der Untersuchung

### 2.1 Auswahl der Betriebe

Für die Untersuchung boten sich, entsprechend den vorher formulierten Bedingungen, besonders solche Betriebe an, bei denen Ertrags- und/oder Preisrisiko eine bedeutende Rolle spielen. Andererseits sollten es aber auch keine reinen Sonderkulturbetriebe, z.B. Obst-, Gemüse- oder Zierpflanzenbau sein, um die Anwendungsmöglichkeit der Risikonutzenanalyse nicht zu sehr zu beschränken.

Da für die Schätzung der Streuung des erzielbaren Gewinns außerdem möglichst langfristige und exakte Aufzeichnungen über die erzielten Erträge und Preise erforderlich sind,

---

12) Dementsprechend haben sich auch die bisher im Agrarbereich durchgeführten Untersuchungen vorwiegend mit der Risikonutzenanalyse von Betriebsleitern in Subsistenzlandwirtschaften (vgl. DILLON and SCANDIZZO (9)), der Anbauplanung von Sonderkulturbetrieben (siehe LIN, DEAN and MOORE (23)) oder solchen Betrieben, für die Witterungsschwankungen großen Einfluß auf das Wirtschaftsergebnis haben (siehe OFFICER and HALTER (26)) befaßt.

13) Wobei mit Risiko- dem Sprachgebrauch entsprechend - die Verlustgefahr gemeint ist und nicht das Vorhandensein objektiver Wahrscheinlichkeiten.

können nur buchführende Betriebe berücksichtigt werden. Die *conditio sine qua non* bei einer derartigen Untersuchung ist aber zweifellos die Bereitschaft der Betriebsleiter, einen vollständigen Einblick in ihre Buchführung zu gewähren und Aufgeschlossenheit gegenüber den Belangen der Wissenschaft, auch wenn diese - und nicht nur auf den ersten Blick - etwas schwer verständlich erscheinen<sup>14)</sup>.

Es wurden deshalb Betriebe aus der Heide ausgewählt, die einerseits aufgrund der leichten Böden im Durchschnitt der Jahre je nach Nutzpflanze 1,5 (Wintergerste) bis 2,7 (Zuckerrüben) mal mit ertragsgefährdenden Wasserdefiziten<sup>15)</sup> rechnen müssen, andererseits aber in diesen Böden auch die Voraussetzung für einen umfangreichen Kartoffelanbau vorfinden.

Die Reaktionsmöglichkeiten des Landwirts auf die Ertragschwankungen bestehen in der Auswahl von relativ wenig durch Trockenheit gefährdeten Kulturen (Wintergerste, Winterroggen) und im Einsatz der Feldberechnung<sup>16)</sup>. Dem Preisrisiko im Kartoffelanbau können die Betriebsleiter durch den absoluten Umfang des Kartoffelanbaus begegnen, aber auch dadurch, daß sie die Wahl zwischen dem Anbau von Speise-, Pflanz- und Industriekartoffeln haben, die sich hinsichtlich Höhe und Sicherheit des erzielbaren Gewinns beträchtlich voneinander unterscheiden.

Schwankungen auf der Aufwandsseite verursachen in den Betrieben mit Berechnung vor allem die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen Regengaben. Da aber für die zurückliegenden Jahre darüber weder aus der Buchführung noch von den Betriebsleitern selbst hinreichend genau Aufschluß zu erhalten war, wurden die Berechnungskosten für ein klimatisch durchschnittliches Jahr in Ansatz gebracht, daß die relative Häufigkeit der langfristigen zu erwartenden Klimlagen berücksichtigt.

Nach Vorgesprächen mit mehreren Betriebsleitern wurden drei

---

14) Daß diese Untersuchung nur in enger Zusammenarbeit mit der örtlichen Beratung möglich war, versteht sich beinahe von selbst.

15) Siehe MEINHOLD und SCHMIDT (24).

16) Ebenda



Betriebe ausgewählt, die die erforderlichen Voraussetzungen mitbrachten und bei weitgehend gleichen natürlichen Standortverhältnissen eine unterschiedliche Organisation aufweisen. Die wichtigsten Betriebsdaten sind der Übersicht 1 zu entnehmen.

Übersicht 1 : Faktorausstattung und Produktionsstruktur der Betriebe (B1 - B3)

	B 1	B 2	B 3
L F, ha	57,2	49,5	69,6
davon: Ackerfläche, ha	39,0	41,5	55,1
Grünland, ha	18,2	8,0	14,5
Hackfruchtanteil in v.H.	42	36	49
Getreideanteil in v.H.	58	64	51
Voll-AK	2,0	1,9	3,0
Kuhstallplätze	21	-	24
Milchvieh Jungvieh (RGV)	1 : 0,75	-	1 : 0,75
Schweinemastplätze	60	440	90
Sauenplätze	-	45	15
Kartoffelscheune (Kapazität in ha)	-	-	3,5
Industriekartoffelkontingent ( in dt)	2 200	3 600	1 500
Zuckerrübenkontingent (A und B in dt)	1 954	3 850	4 200
verfügb. Investitionskapital, DM	100 000	50 000	200 000

## 2.2 Ermittlung von Risikonutzenfunktionen

Die Ermittlung der Risikonutzenfunktionen folgt im wesentlichen der von KEENEY und RAIFFA (17, S. 188-203) vorgeschlagenen Prozedur, die sich nach mehreren Anläufen als praktikabel herausstellte. Sie besteht aus folgenden Schritten:

1. Erläuterung der Zielsetzung der Untersuchung
2. Test auf grundsätzliche Einstellung zum Risiko
3. Ermittlung des relevanten Befragungsbereichs und der Nutzenwerte
4. Auswahl eines Funktionstyps
5. Test auf Konsistenz der Funktion.

Zu 1.: Im vorliegenden Fall bereitete die Erklärung der Zielsetzung der Arbeit, bei Betriebsplanungen eine differenzierte Betrachtung der Verhaltensweisen erreichen zu wollen, keine Schwierigkeit und wurde als notwendig anerkannt. Das Konzept der Bernoulli-Theorie wurde verständlicherweise nur so

weit angesprochen, wie es für die praktische Durchführung der Befragung notwendig erschien.

Zu 2.: Zum Test auf grundsätzliche Einstellung zum Risiko wurden die Betriebsleiter zuerst darüber befragt, welche Betriebszweige ihrer Meinung nach risikoreich sind und worin die Ursache des Risikos zu sehen ist. Danach wurden einige Entscheidungssituationen vorgestellt, bei denen stets die Wahl zwischen einem sicheren Geldbetrag (X) und zwei mit gleicher Wahrscheinlichkeit höheren und niedrigeren Beträgen (X+h und X-h) zu treffen war. Die Werte von X und h wurden einzeln variiert, um erstens festzustellen, ob die Nutzenfunktion monoton verläuft und zweitens, ob der Befragte risikoavers, risikoneutral oder risikozugeneigt ist. Wird stets der sichere Betrag (X) bevorzugt, liegt Risikoaversion vor, bei Indifferenz zwischen X und X+h und X-h Risikoneutralität und bei der Wahl von X + h Risikozuneigung.

Zu 3.: Für die eigentliche Ermittlung der Nutzenfunktion ist es von entscheidender Bedeutung, die fiktiven Entscheidungen auf die Situation des betreffenden Betriebes zu übertragen. Das bedeutet u.a. auch, daß die Höhe der Gewinnerwartung im Bereich der Möglichkeiten des Betriebes liegen muß. Dieser Bereich ( $X_0$ ,  $X_{10}$ ) wurde anhand der Gewinne bzw. Verluste der vergangenen 11 Jahre und der zukünftigen Gewinnerwartungen der Betriebsleiter festgesetzt.

Für die Ermittlung der Nutzenfunktion wurde der Ansatz von v. NEUMANN und MORGENSTERN mit

$$p U(A) + (1-p) U(B) = U(C) \text{ gewählt}^{17) 18) .}$$

Diesem Ansatz wird häufig entgegengehalten, daß bei grundsätzlicher Spielaversion die Ergebnisse verfälscht sein können<sup>19)</sup>.

---

17) Siehe ANDERSON, DILLON and HARDAKER (2., S. 69-76) und OFFICER and HALTER (26).

18) Es bedeuten: p, (1-p): Eintreffenswahrscheinlichkeiten; U: Nutzen; A,B,C,D,X,Y: Geldbeträge

19) Siehe im Gegensatz dazu den Ansatz von RAMSEY mit  $p U(X) + (1-p) U(B) = p U(Y) + (1-p) U(A)$ , der diesem Mangel durch den Vergleich von zwei Lotterien abhilft.

Da bei der vorliegenden Untersuchung jedoch eine generelle Ablehnung von Lotterien nicht festzustellen war, wurde ihm auf Grund der relativ leichten Anwendbarkeit der Vorzug gegeben.

Da der Nutzen für die Gewinnbeträge  $X_0$  und  $X_{10}$ , das sind die untere und obere Schranke des in die Betrachtung einbezogenen Gewinnbereichs, vorgegeben wird, sind nur noch die Beträge für  $U(2,5)$ ,  $U(5,0)$  und  $U(7,5)$  zu ermitteln<sup>20)</sup>.

Zur Überprüfung der Konsistenz der Antworten wurde noch einmal zu

$$U(X) = 0,5 U(2,5) + 0,5 U(7,5)$$

befragt, wobei dieser Wert mit  $U(5,0)$  übereinstimmen sollte.

Zu 4.: Da die Verwendung des  $(\mu, \sigma^2)$ -Kriteriums als Funktionstyp ein Polynom nahelegt, wurde mittels Kleinst-Quadrat-Schätzung auf linearen, quadratischen und kubischen Funktionsverlauf hin untersucht. Die Prüfung anderer Funktionstypen, beispielsweise mit konstanter oder abnehmender Risikoaversion für zunehmende Werte von  $X$  und ihre Verbindung mit dem  $(\mu, \sigma^2)$ -Kriterium steht noch aus<sup>21)</sup>.

Zu 5.: Die Prüfung der Konsistenz beschränkte sich im vorliegenden Fall auf die statistischen Maße der Regressionsgleichungen für  $U(X)$  und die unter 2. und 3. genannten Testfragen.

### 2.3 Berechnung effizienter Betriebsorganisationen

Für die Auffüllung der Betriebsmodelle mit Daten und hier vor allem für die Schätzung der Varianzen und Kovarianzen der für unsicher gehaltenen Aktivitäten stehen mit den Aufzeichnungen der Betriebe aus den Jahren 1967/68 bis 1977/78 ein Maximum dessen zur Verfügung, was an Information aus landwirtschaftlichen Betrieben<sup>22)</sup> über einen größeren Zeitraum hinweg zu

---

20) Auf die Ableitung weiterer Nutzenbeträge wurde zugunsten der Praktikabilität dieses Ansatzes verzichtet.

21) Siehe dazu LIN and CHANG (22).

22) Ausgenommen Versuchsbetriebe, deren Angaben i.d.R. aber anderen methodischen Fehlern unterliegen (siehe KÖGL (19, S. 107-109).

erhalten sein dürfte. Dennoch wird mit diesen Aufzeichnungen nur ein Teil der benötigten Daten abgedeckt, so daß fehlende Daten durch Normwerte, regionalisierte Angaben und in diesem Fall auch durch Unterlagen des zuständigen Beraters ersetzt werden müssen. Dadurch wird die Datenvariabilität aber eher unter- als überschätzt, und zwar erfahrungsgemäß besonders bei den Kosten und den Preisen der Produkte<sup>23)</sup>.

Darüber hinaus war es auch aus rechentechnischen Gründen und der Praktikabilität wegen erforderlich, in einigen betrieblichen Bereichen stärker zu aggregieren. Dazu gehört beispielsweise die Ausklammerung aller Finanzierungsfragen, denen zweifellos in der Praxis eine außerordentliche Bedeutung zukommt, und die Beschränkung der Investitionsalternativen<sup>24)</sup>.

Für die Berechnung der im Sinne des  $(\mu, \sigma^2)$ -Kriteriums effizienten Betriebsorganisationen wird die Formulierung

$$\text{Min} \quad Z = X' \sum X$$

$$\text{unter } E(p)'X = \lambda$$

verwendet<sup>25)</sup>. Die Berechnung der Betriebsorganisation mit maximaler Gewinnerwartung ( $\lambda \max$ ) geschieht mittels linearer Programmierung. Ausgehend von dieser Lösung wird der

---

23) So zeigen sich in den Jahren, in denen exakte Angaben aus den Betrieben vorliegen, von Fall zu Fall erstaunlich große Abweichungen von den Durchschnittsdaten der Region.

24) Investitionsmöglichkeiten bestehen in der Milchviehhaltung, der Bullenmast, der Ferkelerzeugung, der Schweinemast und im Neubau einer Kartoffelscheune für die Pflanzkartoffelproduktion.

25) Es bedeuten

X	:	Einsatzniveau der Entscheidungsvariablen
$X' \sum X$	:	Matrix ihrer Varianzen und Kovarianzen
E	:	Erwartungswertoperator
p	:	Gewinnbeitrag der Entscheidungsvariablen
$\lambda$	:	zu parametrisierender Skalar

Wert von  $\lambda$  in Schritten von 5 000 bzw. 10 000 DM gesenkt, und zwar so lange, bis eine Verringerung der Gesamtvarianz

$$V(Z) = \sum_{j=1}^n V(c_j) X_j^2 + 2 \left( \sum_{j=1}^n \sum_{k=j+1}^n \text{Kov}(c_j, c_k) X_j X_k \right)$$

nur noch durch Verkleinerung der Ackerfläche erreicht werden kann. Da diese Maßnahme, Verpachtung oder Verkauf, von keinem der Betriebsleiter in Erwägung gezogen wird, wurde auf die Berechnung weiterer Organisationen mit geringerer Varianz verzichtet.

Da es für die Ableitung der Nutzenfunktion nicht angebracht erschien, den betrieblichen Gesamtdeckungsbeitrag zu verwenden - dieser Begriff wird in den Buchführungsabschlüssen im allgemeinen nicht gebraucht -, mußten, um zum steuerlichen Gewinn, der dem Betriebsleiter der geläufigere Begriff ist, zu gelangen, noch die Gemeinkosten, der Fremdlohnaufwand und der Saldo der Zinsen und Pachten ermittelt und vom Gesamtdeckungsbeitrag abgezogen werden.

### 3. Ergebnisse der Untersuchung

#### 3.1 Schätzfunktionen für den Risikonutzen

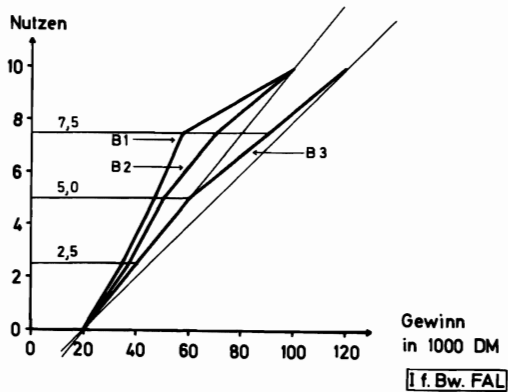
Der durch Befragung ermittelte Nutzen für Lotterien mit unterschiedlich hohem Gewinn ist auf der Abbildung 1 aufgetragen.

Richtung und Ausmaß der individuellen Einstellung zum Risiko werden unmittelbar durch die Lage der drei Punkte  $U(2,5)$ ,  $U(5,0)$ ,  $U(7,5)$ <sup>26)</sup> zu der Geraden verdeutlicht, die durch die Punkte  $U(0) = 20\ 000$  und  $U(10) = 100\ 000$  für die Betriebe  $B_1$  und  $B_2$  verläuft bzw. durch  $U(10) = 120\ 000$  bei  $B_3$ .

Alle drei Betriebsleiter zeigten sich in den drei vorgelegten Entscheidungssituationen überwiegend risikoavers, weshalb ihr Sicherheitsäquivalent gleich oder kleiner ist als der Erwartungswert der Lotterie. Verbindet man die Punkte  $U(0)$  bis  $U(10)$  miteinander, so erhält man in jedem der drei Fälle eine konkav verlaufende Nutzenfunktion.

<sup>26)</sup> Vgl. Seite 503

Abb. 1  
Ermittlung der Nutzenbeträge für unterschiedliche  
Lotterien des Gewinns



Für diese Funktionen wurden mittels Kleinst-Quadrat-Schätzung die in der Übersicht 2 enthaltenen Regressionsgleichungen berechnet. Die Koeffizienten für die lineare und die quadratische Funktion sind im Gegensatz zur kubischen Funktion stets hoch abgesichert. Betrachtet man alleine das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ), so ist eine deutlich bessere Erklärung des Kurvenverlaufs durch die quadratische Funktion nur bei  $B_1$  gegeben, wogegen bei  $B_3$  erst die Angabe von drei Stellen hinterm Komma eine Verbesserung von  $R^2$  aufweist. Wenn dennoch in jedem der drei Fälle der quadratischen Funktion der Vorzug gegeben wird, so ist dies in erster Linie eine Folge der bereits vorher festgestellten Risikoaversion der Betriebsleiter<sup>27)</sup>, die einen konkaven Kurvenverlauf plausibel erscheinen läßt und erst in zweiter Linie den Werten der Regressionsgleichungen zuzuschreiben.

Die kubischen Gleichungen können außer acht gelassen werden, wofür aus statistischer Sicht die unvollständige Absicherung der Regressionskoeffizienten spricht und darüber hinaus die Erfahrung, daß die Schiefe einer Verteilung nur selten zur Beurteilung der mit ihr zu erzielenden Gewinne verwendet wird.

27) Vgl. Abschnitt 2.2

Übersicht 2 : Schätzfunktionen für den Risikonutzen der befragten Betriebsleiter

Betrieb	Funktion	R <sup>2</sup>	D W
1	1. U = - 1,428 + 0,124 X (0,023) **	0,903	1,83
	2. U = - 5,929 + 0,310 X - 0,00149 X <sup>2</sup> (0,058) ** (0,00050) **	0,984	2,43
	3. U = 0,308 - 0,153 X + 0,00804 X <sup>2</sup> - 0,0000550 X <sup>3</sup> (0,075) (0,00153) ** (0,0000088) **	0,999	3,46
2	4. U = - 2,019 + 0,126 X (0,012) **	0,973	1,59
	5. U = - 4,260 + 0,220 X - 0,00077 X <sup>2</sup> (0,029) ** (0,00023) **	0,996	2,89
	6. U = - 2,710 + 0,110 X + 0,00136 X <sup>2</sup> - 0,0000012 X <sup>3</sup> (0,123) (0,00235) (0,000013)	0,998	3,46
3	7. U = - 1,526 + 0,099 X (0,006) **	0,988	1,41
	8. U = - 2,782 + 0,147 X - 0,00034 X <sup>2</sup> (0,012) ** (0,00009) **	0,998	3,37
	9. U = - 3,319 + 0,181 X - 0,00092 X <sup>2</sup> + 0,0000027 X <sup>3</sup> (0,048) ** (0,00078) (0,0000037)	0,999	3,52

U = Nutzen: X = Gewinn in 1000 DM; Standardabweichung der Regressionskoeffizienten in ();  
 \*\* = Irrtumswahrscheinlichkeit  $\leq 1$  v.H.

3.2 Gewinnmaximum, Nutzenmaximum, Ist- und Soll-Organisation<sup>28)</sup>

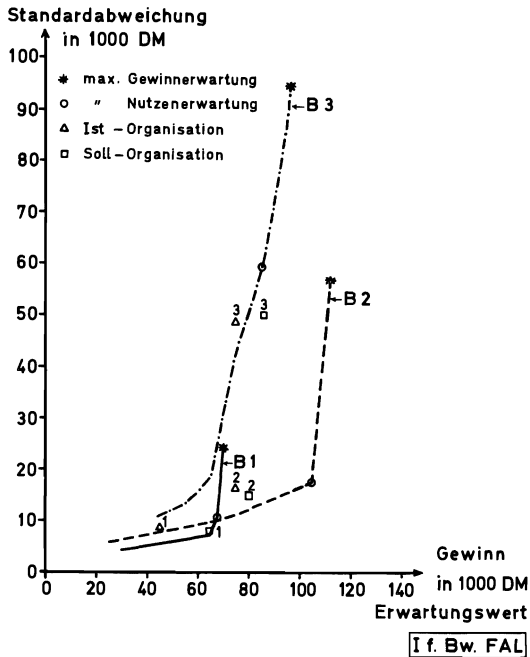
Auf der Abbildung 2 ist der Verlauf der Linie der effizienten Pläne für jeden der drei Betriebe dargestellt. Unterschiede zwischen den Betrieben bestehen sowohl in der Höhe als auch der Sicherheit der Gewinnerwartung.

Grundsätzlich läßt sich jede der drei Linien in zwei Äste zerlegen, wobei auf dem ersten Ast alle die Organisationen liegen, bei denen mit wachsender Gewinnerwartung auch die mögliche Abweichung des Gewinns in etwa proportional zunimmt und einen zweiten Ast, der durch überproportionalen Zuwachs der Streuung gekennzeichnet ist. Damit ist, wie man unschwer erkennen kann, die Annahme der gewinnmaximalen Lösung (\*) mit

28) Als Soll-Organisation wird diejenige Organisation des Betriebes bezeichnet, die vom Betriebsleiter langfristig angestrebt wird.

Abb. 2

Linie der effizienten Betriebspläne und Lage der gewinnmaximalen-, nutzenmaximalen-, Ist- und Soll-Organisationen



einem Zuwachs an Unsicherheit gegenüber Lösungen mit nur geringfügig niedriger Gewinnerwartung (auf dem schwach steigenden Ast) verbunden, der sicherlich nicht von jedem Betriebsleiter akzeptiert wird. Bezieht man die geschätzten Risikonutzenfunktionen mit in die Betrachtungen ein, kann man mit

$$U(X) = U [E(X)] + \frac{1}{2} V(X) \frac{d^2 U [E(X)]}{d^2 X}$$

für jeden der effizienten Pläne den entsprechenden Nutzen berechnen, wobei  $U [E(X)]$  die Schätzgleichung für den Risikonutzen bedeutet,  $V(X)$  die Varianz des Planes mit dem erwarteten Gewinn  $E(X)$  und  $\frac{d^2 U [E(X)]}{d^2 X}$  die zweite Ableitung der



Schätzgleichung. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Übersicht 3 dargestellt. Aufgrund der festgestellten Risikoaversion der Betriebsleiter ist die Organisation mit maximaler Nutzen-erwartung nicht identisch mit derjenigen, die den erwarteten Gewinn maximiert, sondern liegt stets bei einem niedrigeren Erwartungswert des Gewinns. Bei den Betrieben  $B_1$  und  $B_2$  liegt die nutzenmaximale Organisation dort, wo die Linie der effizienten Pläne einen Knick aufweisen, während sie bei  $B_3$  bereits auf dem steil aufsteigenden Ast liegt<sup>29)</sup>.

Berechnet man Erwartungswert und Streuung des Gewinns für Ist- und Soll-Organisation mit den gleichen Werten, die auch für die Berechnung der effizienten Pläne verwendet werden, und trägt die so erhaltenen Wertepaare von  $E(X)$  und  $V(X)$  bzw.  $s(X)$  in das Koordinatenkreuz der Abbildung 2 ein, so zeigt sich, daß in jedem der drei Fälle Ist- und Soll-Organisation näher beim Nutzenmaximum liegen als bei dem Plan, der den erwarteten Gewinn maximiert.

#### 4. Erklärungs- und Prognosewert der Risikonutzenanalyse

Wurden die zur Diskussion stehenden Organisationen der Betriebe (Maximum des erwarteten Gewinns, Nutzenmaximum, Ist- und Sollorganisation) bisher nur nach dem Grad der Übereinstimmung zwischen den Parametern für die Verteilung des Gewinns beurteilt, so steht für die Erklärung und Prognose der

29) Die Organisation, die den erwarteten Nutzen maximiert, läßt sich mathematisch exakter bestimmen, indem man folgende Gleichung aufstellt:

$$U(X \text{ max}) = U [E(X)] + \frac{1}{2} V(X) \frac{d^2 U [E(X)]}{d^2 X} + \lambda (V(X) - a - b E(X) - c E(X)^2)$$

Dabei bedeutet der Ausdruck in der Klammer hinter  $\lambda$  nichts anderes als eine Schätzfunktion für die Linie der effizienten Pläne. Setzt man die partiellen Ableitungen

$\frac{\delta U}{\delta X}$ ,  $\frac{\delta U}{\delta V}$  und  $\frac{\delta U}{\delta \lambda}$  Null, so erhält man auch das gesuchte Wertepaar  $E$  und  $V$ .

Übersicht 3 : Erwartungswert (E(X)), Streuung (s(X)) und Nutzenerwartung (U(X)) des Gewinns in 1000 DM für unterschiedliche Organisationen der Betriebe (B1 - B3)

Organi- sation	Betrieb 1			Betrieb 2			Betrieb 3		
	E (X)	s (X)	U (X)	E (X)	s (X)	U (X)	E (X)	s (X)	U (X)
1	70	24,8	7,6	112	57,4	8,2	96	95,6	5,1
2	68	10,3	8,1	110	42,5	9,2	95	87,7	5,5
3	65	7,4	7,8	105	17,5	10,1	90	72,3	5,9
4	60	6,8	7,2	100	16,6	9,8	85	59,1	6,1
5	55	6,4	6,6	95	15,1	9,5	80	50,7	5,9
6	50	6,0	5,8	85	13,2	8,7	75	43,4	5,7
7	45	5,6	4,9	75	11,4	7,8	70	30,2	5,5
8	40	5,2	4,0	65	9,9	6,7	65	19,0	5,2
9	35	4,8	3,0	55	8,6	5,5	60	15,3	4,7
10	30	4,6	2,0	45	7,4	4,0	55	13,3	4,2
11	25	4,2	0,9	35	6,5	2,5	50	12,1	3,7
12	-	-	-	25	5,6	0,7	45	10,9	3,1
	U (X) berechnet mit Gleichung:								
	2			5			8		

betrieblichen Entwicklung der Grad ihrer inhaltlichen Übereinstimmung hinsichtlich Art und Umfang der Produktionszweige im Vordergrund.

Betrachtet man dazu zunächst die Veränderungen zwischen den im Sinne des ( $\mu$ ,  $\sigma^2$ )-Kriteriums effizienten Plänen, so sind für alle drei Betriebe bei abnehmender Streuung des Gewinns folgende gemeinsame Entwicklungstendenzen festzustellen:

- Milchviehhaltung bleibt nahezu unverändert auf demselben Niveau, wie in der Lösung, die den erwarteten Gewinn maximiert ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ );
- Ferkelerzeugung wird beibehalten ( $B_2$ ) oder sogar ausgedehnt ( $B_3$ );
- Verfahren der Rindermast werden so gut wie gar nicht realisiert;
- Schweinemast wird mit sinkender Gewinnerwartung kontinuierlich eingeschränkt;
- im Kartoffelanbau findet eine Substitution von Speise- und Pflanzkartoffeln durch Industriekartoffeln bei gleichzeitig schrumpfender Anbaufläche statt;
- die durch den verringerten Kartoffelanbau freiwerdende Ackerfläche wird durch Getreide genutzt;

- Zuckerrüben werden stets bis zur Kontingentgrenze angebaut.

Hinter dieser Entwicklung steht natürlich nichts anders als die unterschiedlich hohe Gewinnerwartung und Gewinnsicherheit der betrachteten Produktionsverfahren, die bei allen drei Betrieben weitgehend ähnlich sind.

Die Unterschiede zwischen Gewinn- und Nutzenmaximum bestehen bei allen drei Betrieben in Art und Umfang des Kartoffelanbaus, wobei im Gewinnmaximum ausschließlich Speisekartoffeln ( $B_1$ ,  $B_2$ ) bzw. Pflanzkartoffeln ( $B_3$ ) bis zur Grenze der Fruchtfolgerestriktion (25 v.H. der AF) angebaut werden und im Nutzenmaximum eine Kombination der drei Verfahren ( $B_1$ ,  $B_3$ ) oder nur Industriekartoffeln ( $B_2$ ) bei insgesamt etwas geringerer Anbaufläche. Im Betrieb  $B_1$  wird im Nutzenmaximum zusätzlich auch noch die Schweinemast um ca. 35 v.H. gegenüber dem Gewinnmaximum eingeschränkt. In den anderen Betriebszweigen treten keine nennenswerten Unterschiede auf.

Vergleicht man die betriebliche Organisation im Nutzenmaximum mit der bestehenden (Ist-) bzw. der langfristig angestrebten (Soll-) Organisation der drei Betriebe, so ist folgendes festzustellen:

- Die Art des Kartoffelanbaus stimmt in allen 3 Fällen weitgehend überein, wogegen der absolute Umfang im Nutzenmaximum bei den Betrieben  $B_1$  und  $B_2$  höher liegt.
- Der Umfang der Schweinemast stimmt im Nutzenmaximum der Betriebe  $B_2$  und  $B_3$  ebenfalls weitgehend mit der Ist- bzw. Soll-Organisation überein, wogegen er beim Betrieb  $B_1$  zu groß ist.
- Der Umfang der Sauenhaltung ist im Nutzenmaximum stets verschieden von dem tatsächlichen bzw. geplanten Umfang dieses Betriebszweiges<sup>30)</sup>.

---

30) Der Grund dafür kann in der hier gewählten Modellformulierung liegen, bei der für das Verfahren "Mast mit Ferkelzukauf" kein höheres Erzeugungsrisiko als bei der Mast mit selbst erzeugten Ferkeln angenommen wurde. Diese Annahme stimmt offensichtlich nicht mit der Einstellung der Betriebsleiter überein. Bei geeigneter Formulierung des Erzeugungsrisikos bei der Mast mit Ferkelzukauf wäre es deshalb denkbar, daß eine bessere Übereinstimmung zwischen Nutzenmaximum und Ist- bzw. Soll-Organisation der Betriebe erreicht werden könnte.

- Der Umfang der Milchviehhaltung stimmt bei den Betrieben  $B_1$  und  $B_3$  weitgehend mit dem geplanten Umfang der Verfahren überein, wogegen im Betrieb  $B_2$  an eine Neuaufnahme der Milchviehhaltung überhaupt nicht gedacht ist<sup>31)</sup>.

Folgende Schlüsse lassen sich aus der vorliegenden Untersuchung ziehen:

1. Die unvollkommene Information über wichtige Parameter der zu formulierenden Modelle ist nach wie vor ein zentrales Problem der Betriebsplanung. Dazu gehören die Berücksichtigung aller relevanten Planungsalternativen und Restriktionen sowie in diesem Fall die Messung der Datenvariabilität, da wichtige Elemente der Deckungsbeiträge wie Aufwendungen, Preise und Erträge nur teilweise bekannt sind. Weiterhin besteht ein Widerspruch zwischen dem Bestreben, das Modell möglichst genau der Realität anzupassen und der Forderung nach praktischer Anwendbarkeit. Zwischen beiden Zielen muß ein Kompromiß gefunden werden, weshalb die Erklärung bestehender Organisationen auch mit dem hier vorgestellten Ansatz unvollständig bleiben muß.
2. Risikonutzenfunktionen lassen sich bei problemgeeigneter Formulierung grundsätzlich durch Befragung gewinnen, wobei, wie die vorliegenden Ergebnisse zeigen, die Befragten entweder generell dahin tendieren, größere Risikobereitschaft zu zeigen als tatsächlich vorhanden oder aber die von ihnen genannten Restriktionen nicht stimmen, was wiederum dem unter 1. genannten Sachverhalt entspricht<sup>32)</sup>. Für die Anwendung der Risikonutzenanalyse bedeutet eine Überschätzung der Risikobereitschaft aber nichts anderes, als daß sich die Lage des tatsächlichen Nutzenmaximums noch weiter abwärts auf der Linie der effizienten Pläne

---

31) Hier besteht offensichtlich ein Zusammenhang mit der Formulierung der Sauenhaltung (Vgl. die vorherige Fußnote 30)).

32) Dies zeigt sich am Umfang des Kartoffelanbaus, der im Nutzenmaximum der Betriebe  $B_1$  und  $B_2$  stets größer ist als in der Ist- bzw. der Soll-Organisation und analog am Umfang der Schweinemast beim Betrieb  $B_1$ .

verschiebt.

3. Planungsrechnungen mit ausschließlicher Maximierung der Gewinnerwartung führen, wenn keine anderen Restriktionen in Bezug auf die Risikoneigung des Entscheidenden formuliert werden, zu Organisationen, die wenig Aussicht auf Realisierung haben, da Risikoneutralität nur eine Möglichkeit rationalen Handelns ist, und, wie es scheint, auch nicht die häufigste. Die Verbindung von Risikonutzenfunktion und dem  $(\mu, \sigma^2)$ -Kriterium erlaubt die Einbeziehung von individuellen Verhaltensweisen in quantitative Modelle der einzelbetrieblichen Planung unter Unsicherheit, wodurch die Modellaussage über das Betriebsoptimum an Realitätsnähe gewinnt und damit auch der Prognosewert des Modells zunimmt. Deshalb sind auch Modelle mit einer weiteren Fassung des Begriffs "rationales Handeln" grundsätzlich besser zur Erklärung bestehender Strukturen und der Prognose ihrer Entwicklung geeignet.
4. Die Anwendung der Risikonutzenanalyse sollte daher auf die Fälle beschränkt werden, in denen die 4 genannten Bedingungen<sup>33)</sup> erfüllt sind.
5. Risikonutzenanalyse ist deshalb besonders für die praktische Betriebsplanung geeignet, weil sie Aufschluß gibt über Art und Umfang der anzustrebenden Produktionsrichtung und die damit verbundenen Gewinn- bzw. Verlustmöglichkeiten bei Realisierung verschiedener alternativ möglicher Umweltzustände. Zugleich stellt sie aber auch die funktionale Beziehung zwischen der individuellen Einstellung des Betriebsleiters zum Risiko und den damit verbundenen wirtschaftlichen Folgen dar. Auf diese Weise kann der Entscheidende angeregt werden, über sein eigenes Verhalten kritisch nachzudenken, wodurch die Entscheidung oftmals auf eine rationalere Basis gestellt werden kann und auch der Beratungserfolg zunimmt.

---

33) Vgl. Seite 499

6. Eine exakte Vorhersage der betrieblichen Entwicklung über einen längeren Zeitraum dürfte aber auch mit dem hier vorgestellten Modell nur in den wenigsten Fällen gelingen, da andere wichtige Einflußfaktoren wie beispielsweise Kommunikation und Interaktion in der bäuerlichen Familie und der dörflichen Gemeinschaft, der Problemkreis der Hofvererbung, unvorhersehbare Zupachtmöglichkeiten oder auch Veränderungen der Förderungsrichtlinien die Organisation des Betriebes mitbestimmen. Risikonutzenanalyse stellt deshalb nur einen Schritt in die Richtung auf das Ziel, zu realistischen Planungsmodellen zu kommen dar, sie sollte aber nicht der einzige bleiben.

#### Literatur

1. AEREBOE, F.: Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre Berlin 1919
2. ANDERSON, J.R., DILLON, J.L., HARDAKER, B.: Agricultural Decision Analysis. Ames 1977
3. BAMBERG, G., COENENBERG, A.G.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungslehre. München 1977
4. BITZ, M., ROGUSCH, M.: Risikonutzen, Geldnutzen und Risikoeinstellung. Zur Diskussion um das Bernoulli-Nutzen-Prinzip. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 46 (1976), H. 12, S. 853-868
5. BRINKMANN, Th.: Die Ökonomik des landwirtschaftlichen Betriebes. In: Grundriß der Sozialökonomie, Abt. VIII, Tübingen 1922, S. 27-124
6. BUCCOLA, S.T., FRENCH, B.C.: Estimating Exponential Utility Functions. Agricultural Economics Research, 30 (1978), H. 1, S. 37-43
7. COENENBERG, A.G., KLEINE-DOEPKE, R.: Zur Ausbildung der Risikopräferenz durch Nutzenfunktionen. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 45 (1975), H.10, S. 663-665
8. DAY, R.H.: Recursive Programming and Production Response. Amsterdam 1963
9. DILLON, J.L., SCANDIZZO, P.L.: Risk Attitudes of Subsistence Farmers in Northeast Brazil: A Sampling Approach. American Journal of Agricultural Economics, 60 (1978), H. 3, S. 425-435
10. FREUND, R.J.: The Introduction of Risk into a Programming Model. Econometrica, 24 (1956), H. 3, S. 253-263.
11. HALTER, A.N., BERINGER, C.: Cardinal Utility Functions and Managerial Behaviour. Journal of Farm Economics, 42 (1960), H. 1, S. 118-132

12. HALTER, A.N., DEAN, G.W.: Decisions under Uncertainty. Cincinnati 1971
13. HANF, C.-H.: Grundprobleme rationaler wirtschaftlicher Entscheidungen unter Unsicherheit. In: Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 13, München, Bern, Wien 1976, S. 73-91
14. HENDERSON, J.M.: The Utilization of Agricultural Land: A Theoretical and Empirical Enquiry. Review of Economics and Statistics, 41 (1959), H. 3, S. 242-259
15. JACOB, H., LEBER, W.: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 46 (1976), H.3, S. 177-204
16. JACOB, H., LEBER, W.: Bernoulli-Prinzip und rationale Entscheidung bei Unsicherheit. Ergänzung und Weiterführung. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 48 (1978), H. 11, S. 978-993.
17. KEENEY, R.L., RAIFFA, H.: Decisions with Multiple Objectives. Preferences and Value Tradeoffs. New-York 1976
18. KOCH, H.: Die Problematik der Bernoulli-Nutzen-Theorie. Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 29 (1977), H.7, S. 415-426
19. KÖGL, H.: Zur Anwendung von Verfahren der mathematischen Programmierung für die Betriebsplanung unter Unsicherheit. Als Diss. eingereicht, Hohenheim 1979
20. KRELLE, W.: Präferenz- und Entscheidungstheorie. Tübingen 1968
21. LEBER, W.: Zur Rationalität von Entscheidungskriterien bei Unsicherheit. Zeitschrift für Betriebswirtschaft, 45 (1975), H.7/8, S. 493-497
22. LIN, W.W., CHANG, H.S.: Specification of Bernoullian Utility Function in Decision Analysis. Agricultural Economics Research, 30 (1978), H. 1, S. 30-36
23. LING, W.W., DEAN, G.W., MOORE, C.V.: An Empirical Test of Utility vs. Profit Maximization in Agricultural Production. American Journal of Agricultural Economics, 56 (1974), H.3, S. 497-508
24. MEINHOLD, K., SCHMIDT, B.: Wirtschaftlichkeit der Feldberegnung. In: Kartei für Rationalisierung. Sonderdruck "Feldberegnung", Kiel 1977, S. 65-82
25. NEUMANN, J. von; MORGENSTERN, O.: Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton 1953
26. OFFICER, R.R., HALTER, A.N.: Utility Analysis in a Practical Setting. American Journal of Agricultural Economics, 50 (1968), H.2, S. 257-277
27. SCHNEEWEIS, H.: Entscheidungskriterien bei Risiko. Berlin, Heidelberg, New York 1967
28. SCHNEIDER, D.: Investition und Finanzierung. Köln, Opladen 1970

29. THÜNEN, J.H. von: Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Hamburg 1826
30. WEINSCHENCK, G., HENRICHSMEYER, W.: Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts der landwirtschaftlichen Produktion. In: Berichte über Landwirtschaft, 44 (1966), S. 201-242