



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

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

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

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](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.*

---

Langbehn, C.: Einfluss veränderter Preis-Kosten-Verhältnisse auf Betriebsorganisation und Einkommen in Ackerbaubetrieben. In: Böckenhoff, E., Steinhauser, H., von Urf, W.: Landwirtschaft unter veränderten Bedingungen. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Band 19, Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag (1982), S. 251-268.

---



EINFLUSS VERÄNDERTER PREIS-KOSTEN-VERHÄLTNISSE AUF  
BETRIEBSORGANISATION UND EINKOMMEN IN ACKERBAUBETRIEBEN

von

Cay L a n g b e h n, Kiel<sup>1)</sup>

- 
- 1 Problemstellung
  - 2 Produkt- und Faktorpreisentwicklung
  - 3 Produktivitätsentwicklung
  - 4 Einkommensentwicklung
  - 5 Wirkung veränderter Preisverhältnisse auf die optimale spezielle Intensität
    - 5.1 Versuchsbedingungen
    - 5.2 Schätzfunktionen
    - 5.3 Analyse der Funktionen und Ergebnisse
    - 5.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

---

1 Problemstellung

Die wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen haben sich für Ackerbaubetriebe im letzten Jahrzehnt durch große technische Fortschritte in nahezu allen Bereichen der Produktion und tiefgreifende Veränderungen in den Preisverhältnissen grundlegend gewandelt. Für den einzelnen Landwirt sind der Stand der technischen Entwicklung sowie die Preise für Produkte und Produktionsmittel keine Aktionsparameter, die er durch eigene Handlungen wesentlich beeinflussen kann. Sie stellen vielmehr weitgehend exogen vorgegebene Größen dar, auf deren Veränderung der Landwirt aktiv nur durch Änderung der Betriebsorganisation im Sinne einer "Philosophie der Anpassung"<sup>2)</sup> reagieren kann.

---

1) Unter Mitarbeit von H. HOGREVE und V. PETERSEN.-

2) Kuhlmann, F.: (5).

Im folgenden soll die kombinierte Wirkung von Produktivitätsfortschritten aufgrund biologisch-technischer Neuerungen einerseits und Veränderungen der Preise für Agrarprodukte sowie für sachliche Produktionsmittel andererseits auf Organisation, Produktivität und Einkommen von Ackerbaubetrieben näher untersucht werden.

In einem zweiten Teil der Arbeit soll der Frage nachgegangen werden, ob die in jüngster Zeit drastisch veränderten Relationen der Preise von Produktion des Marktfruchtbaues und einiger Betriebsmittel, insbesondere Dünge- und Pflanzenschutzmittel, unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten zu einer Verminderung der speziellen Intensität im Ackerbau führen.

Das im Rahmen dieser einzelbetrieblich orientierten Analyse verwendete empirische Datenmaterial kann sich naturgemäß nur auf einen relativ eng begrenzten Standort beziehen. Die dabei hervortretenden Hauptentwicklungslinien für das östliche Hügelland Schleswig-Holsteins sind jedoch auch im Hinblick auf die Produktion und wirtschaftliche Lage von Marktfruchtbaubetrieben in anderen Regionen des Bundesgebietes zu interpretieren.

## 2 Produkt- und Faktorpreisentwicklung

Die Entwicklung der Produkt- und Betriebsmittelpreise im Bereich des Marktfruchtbaus ergibt für das letzte Jahrzehnt insgesamt eine Verschlechterung der Austauschrelationen zwischen Erzeugnissen und Produktionsmitteln, die wesentlich stärker ist als auf dem Gebiet der landwirtschaftlichen Veredelungswirtschaft.

In den letzten 10 Jahren erhöhten sich die nominalen Erzeugerpreise für Getreide um insgesamt 25 v.H. Größere Steigerungen erfolgten dabei nur in den Jahren 1974 bis 1976. Seither hat sich das Nominalpreinsniveau für den Erzeuger nicht wesentlich verändert, so daß sich unter Berücksichtigung der allgemeinen Inflationsrate, ähnlich wie Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre, seit 1976 für den Erzeuger kräftige reale Preissenkungen bei Getreide errechnen.

Günstiger als die Getreidepreise entwickelten sich für den Erzeuger die Raps- und Zuckerrübenpreise. Sie erreichten in der Referenzperiode von 1970 bis 1980 eine Steigerung von etwa 38 v.H. bzw. 45 v.H.

Für die im Marktfruchtbau eingesetzten Betriebsmittel ergeben sich im Beobachtungszeitraum seit 1970 relativ kräftige Preissteigerungen und erhebliche Veränderungen in den Preisrelationen. An der Spitze liegen die Preise für Schmier- und Treibstoffe, die sich von 1970 bis 1980 für den Erzeuger mehr als verdoppelten. Ähnlich hohe Steigerungsraten verzeichnen arbeits- und/oder energieintensive Vorleistungen wie Maschinenreparaturen, wichtige Mineraldünger und, vor allem in den letzten Jahren, spezielle Pflanzenschutzmittel. Besonders durch diese Entwicklung ist in jüngster Zeit die Diskussion um den betriebswirtschaftlich optimalen Einsatz von ertragssteigernden Betriebsmitteln im Marktfruchtbau, auf die später eingegangen werden soll, angeregt worden.

### 3 Produktivitätsentwicklung

Im Zuge der oben kurz skizzierten Preisentwicklungen erreichten die Marktfruchtbaubetriebe Produktivitätssteigerungen, die größer waren als in den meisten anderen landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen. Die Erhöhung der Arbeitsproduktivität, d.h. die Verbesserung des Verhältnisses von Produktionsmenge zur Arbeitseinheit, erfolgte dabei durch gleichzeitige Fortschritte auf mehreren Gebieten. Zunächst sind hier die vielfältigen mechanischen, biologischen, chemischen und organisatorischen Neuerungen, also die Effekte von technischen Fortschritten im engeren Sinne, zu nennen<sup>1)</sup>. Indikator dafür sind die verhältnismäßig hohen Naturalertragssteigerungen, vor allem bei Getreide. Die stärksten Produktivitätssteigerungen des Faktors Arbeit wurden im Marktfruchtbau durch Substitutionseffekte im Rahmen der Nutzbarmachung arbeitssparender mechanisch-technischer Fortschritte erreicht.

Zur näheren Analyse und Demonstration dieser Entwicklung dient im folgenden eine empirische Untersuchung. Sie umfaßt

---

1)Langbehn, C.: (6).

etwa 30 Marktfruchtbaubetriebe, deren Buchführungsunterlagen über einen längeren Zeitraum ausgewertet werden konnten. Die Betrachtung umfaßt den Zeitraum von 1970/71 bis 1979/80. Eine geringe Fluktuation der Betriebe konnte dabei nicht ausgeschlossen werden, da einzelne Betriebe durch besondere Umstände ausschieden und durch andere ersetzt wurden, die durch Produktionsumstellung neu in die Kategorie der extensiven Marktfruchtbaubetriebe der Statistik der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein aufgenommen wurden.

Bei dem Untersuchungsmaterial handelt es sich der Betriebsform entsprechend um landwirtschaftliche Großbetriebe mit einer Flächenausstattung von durchschnittlich etwa 200 ha LF/Betrieb. Der kleinste Betrieb umfaßt 126, der größte 482 ha/LF. Die Flächenausstattung der einzelnen Betriebe ist über den Betrachtungszeitraum relativ konstant. Nur in sehr geringem Maße werden Teilflächen zugepachtet oder zugekauft.

Das Nutzflächenverhältnis der untersuchten Betriebe, die vorwiegend an der Ostküste Schleswig-Holsteins liegen, kennzeichnet ein Ackeranteil von 98 v.H. Die Bodennutzung erfolgt über den gesamten Beobachtungszeitraum vorwiegend durch Getreide, wobei das anfangs noch vertretene Sommergetreide mehr und mehr durch Wintergetreide, besonders Winterweizen und Wintergerste, verdrängt wird. Außer Getreide haben Winterraps und Zuckerrüben einen über den Beobachtungszeitraum relativ konstanten Anteil an der Ackerfläche von knapp 25 v.H. bzw. knapp 10 v.H.

Die sich bei diesem Funktionsprogramm von 1970/71 bis 1979/80 ergebende Ertrags-, Aufwands- und Produktivitätsentwicklung zeigt im einzelnen Übersicht 1. Aufgrund der Vielseitigkeit der Produktionsrichtung und der Aufwandszusammensetzung verbietet es sich, in einer über die Zeit vergleichenden Betrachtung zur Quantifizierung und Beurteilung des Produktionsergebnisses nur naturale Meßzahlen zu verwenden. Zur Aggregation von Ertrags- und Aufwandsgrößen in den einzelnen Jahren wird deshalb eine Umrechnung in monetäre Einheiten zu konstanten Preisen vorgenommen. Dabei sind die Produkt- und Faktorpreise des Referenzjahres 1970/71 zugrundegelegt. Dieses

Übersicht 1: Ertrags-, Aufwands- und Produktivitätentwicklung in Marktfrochtbetrieben in  
Preisen von 1970/71 (DM/ha)

Jahr	1970/71	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	78/79	79/80
Weizen	1731	1984	2045	1928	2501	2417	2130	2624	2610	)
Gerste	1504	1270	1618	1634	1899	1944	1866	2232	2113	) 2262
Hafer	1514	1477	1367	1517	1869	1443	1478	1547	1738	)
Zuckerrüben	2917	2962	2474	2512	2621	2558	2684	2909	2465	2855
Raps	1665	1581	1768	1389	2156	1512	2261	2243	2254	1954
Sa. Ertrag	1969	1859	1938	1915	2413	2463	2361	2683	2662	2334
Lohnaufwand	517	515	492	410	408	417	406	326	292	281
techn. Aufwand	333	315	304	281	282	303	344	348	329	322
davon - Abschreibung	142	143	132	113	111	133	157	170	140	135
- Unterhaltung	130	110	109	103	100	110	121	100	95	95
ertragsteig. Aufwand	463	476	550	486	530	539	560	581	635	719
davon - Dünger	285	276	319	269	270	291	301	292	300	337
- Pflanzensch.	68	84	93	111	132	119	139	179	202	252
allg. Sachaufwand	519	389	385	380	355	310	303	452	449	405
Sa. Aufwand	1832	1695	1731	1557	1575	1569	1613	1707	1705	1727
<u>Ertrag</u> <u>Aufwand</u>	1,07	1,10	1,12	1,23	1,53	1,57	1,47	1,57	1,56	1,35
Quelle: Hogreve, H.: Zur Entwicklung landwirtschaftlicher Großbetriebe auf Ackerbau- standorten, Diplomarbeit, Kiel 1980, S. 42 ff.										



Vorgehen erscheint deshalb möglich, da in dem genannten Zeitraum in den untersuchten Betrieben keine wesentlichen Veränderungen der Qualitäts- und Knappheitsverhältnisse von Produkten und Faktoren angenommen werden müssen. Alle Erträge und Aufwendungen resultieren aus Nettopreisen (ohne MwSt.). Das auf diese Weise für jedes Jahr zu ermittelnde Verhältnis von Ertrag und Aufwand kann als Kennzahl der Produktivität verwendet werden und eignet sich für eine vergleichende Betrachtung über den Untersuchungszeitraum.

Aus Übersicht 1 wird deutlich, daß die untersuchten Marktfuchtbaubetriebe innerhalb des Beobachtungszeitraumes bei nicht wesentlich geändertem Produktionsprogramm eine erhebliche Steigerung ihres Ertrages erreichen konnten. Maßgebend hierfür waren außerordentliche Naturalertragssteigerungen bei Getreide. Neben der Konzentration auf die Intensivgetreidearten Winterweizen und Wintergerste waren es in erster Linie biologisch-technische Fortschritte im Pflanzenschutz, die diese Ertragsentwicklung ermöglichten. Hier ist besonders die im Wirtschaftsjahr 1974/75 in der Praxis verbreitet einsetzende Anwendung von Fungiziden gegen Fuß-, Blatt- und Ährenkrankheiten des Getreides zu nennen. In den untersuchten Betrieben stieg im Jahre 1974/75 der durchschnittliche Weizenertrag auf knapp 64 dt/ha und konnte seither im Durchschnitt der Jahre annähernd auf diesem Niveau gehalten werden. In den vier Jahren des Untersuchungszeitraumes, die davor lagen, wurden dagegen durchschnittlich nur knapp 50 dt/ha erreicht.

Die Bereitstellung von hochwirksamen Pflanzenfungiziden durch die Industrie und der schnelle Transfer des für ihre Anwendung erforderlichen "know how" in die landwirtschaftlichen Betriebe sind als die wichtigsten Ursachen für die außerordentliche Steigerung der technischen Produktionseffizienz des Ackerbaues im letzten Jahrzehnt anzusehen. Das gilt über die engere Untersuchungsregion hinaus zumindest für weite Gebiete Norddeutschlands.

Da gleichzeitig mit dieser technischen Neuerung, wie oben skizziert, erstmals seit vielen Jahren eine spürbare Anhebung des Erzeugerpreises für Getreide eintrat, war in 1974/75

gegenüber den Vorjahren eine erhebliche Verbesserung der Wirtschaftsergebnisse der Ackerbaubetriebe zu verzeichnen. In Erwartung zumindest ähnlich hoher künftiger technischer Steigerungsraten beurteilten Landwirte auf Ackerbaustandorten ihre wirtschaftliche Zukunft zu dieser Zeit im allgemeinen relativ optimistisch und zeigten verbreitet eine Präferenz für das vereinfachte Betriebssystem des extensiven Marktfruchtbaus. Die tatsächliche Entwicklung von 1974/75 bis 1979/80 brachte im Marktfruchtbau jedoch nur noch schwach steigende Naturalerträge, so daß bei gleichzeitig kräftig steigendem naturalen Sachaufwand reale Einkommenserhöhungen, wenn überhaupt, nur noch durch starke Reduzierung des Arbeitseinsatzes erreicht werden konnten.

#### 4 Einkommensentwicklung

Die kombinierte Wirkung von Produktivitätsfortschritten und Preisveränderungen führte innerhalb des letzten Jahrzehnts zu einer sehr unterschiedlich verlaufenden Einkommensentwicklung im Ackerbau. Anfang der 70er Jahre waren die Fortschritte in der Anwendung neuer ertragssteigernder Produktionstechniken in den Marktfruchtbaubetrieben relativ gering. Bei den sich für den Erzeuger zu dieser Zeit verschlechternden Relationen von Produkt- und Faktorpreisen konnten Einkommensenkungen nur durch Verminderung des Aufwandes vermieden werden. Trotz erheblicher Rationalisierungen vor allem im Bereich der Arbeitserledigung zeigte ein großer Teil der Ackerbaubetriebe zu Beginn des letzten Jahrzehnts eine ungünstige wirtschaftliche Entwicklung. Eine Wende trat hier, wie bereits oben erläutert, Mitte der 70er Jahre ein. Bei etwa gleichbleibender technischer Produktionseffizienz, nominal nur wenig erhöhten Getreidepreisen und zum Teil kräftig steigenden Betriebsmittelpreisen ergibt sich am Ende des Betrachtungszeitraumes wiederum eine deutliche Verschlechterung der wirtschaftlichen Situation der Marktfruchtbaubetriebe.

Diese Entwicklung wird im einzelnen veranschaulicht durch die in Übersicht 2 zusammengestellten Buchführungsdaten der untersuchten Betriebe. Die ausgewiesenen Kennzahlen zeigen besonders deutlich den starken Anstieg der monetären Erträge und Einkommen von 1973/74 auf 1974/75. Während des ganzen Zeit-

Übersicht 2: Entwicklung des Ertrages, Arbeitskräftebesatzes, Betriebseinkommens und Roheinkommens in Marktfruchtbaubetrieben

(DM/ha<sup>1</sup>) bzw. AK/100 ha)

Jahr	Ertrag	Arbeitskräfte	Betriebs-einkommen	Roh-einkommen
1970/71	1 969	3,1	655	261
1971/72	1 849	3,1	659	253
1972/73	1 768	2,7	544	153
1973/74	1 716	2,3	608	287
1974/75	2 131	2,4	954	616
1975/76	2 235	2,3	1 033	727
1976/77	2 180	2,0	889	570
1977/78	2 347	1,8	945	674
1978/79	2 325	1,8	921	673
1979/80	2 176	1,8	744	453

1) In Preisen von 1970/71 (deflationiert mit dem jeweiligen Preisindex der Lebenshaltung).

Quelle: Hogreve, H.: Zur Entwicklung landwirtschaftlicher Großbetriebe auf Ackerbaustandorten, Diplomarbeit, Kiel 1980, S. 42 ff.

raumes ist ein anhaltender Abbau des Arbeitseinsatzes durch Nutzung arbeitssparender technischer Fortschritte sowie Verminderung des Besatzes an ständigen Arbeitskräften zugunsten von Saisonarbeitskräften zu beobachten. Der Substitutionsprozeß von Arbeit durch Kapital hat dabei jedoch zu keinem wesentlich erhöhten Abschreibungsaufwand geführt (vgl. Übersicht 1). Dieses ist sicherlich nicht allein durch die mit zunehmender Mechanisierung eintretenden Degressionseffekte und bessere Auslastung der Maschinen zu erklären, sondern ist auch Ausdruck dafür, daß der mechanisch-technische Fortschritt im Ackerbau vom Vorleistungssektor relativ kostengünstig an die Landwirtschaft weitergegeben wurde.

Trotz des noch vorhandenen hohen Potentials zur Ertragssteigerung, das die Pflanzenbauwissenschaft für gegeben

hält<sup>1)</sup>, war es den hier untersuchten Betrieben in den letzten Jahren nicht mehr möglich, sich verschlechternde Preis-Kosten-Verhältnisse in ihrer Einkommenswirkung durch entsprechende Naturalertragssteigerungen auszugleichen. Als eine Ursache für die in den letzten Jahren auch in hoch entwickelten Ackerbauregionen mit spezialisierten Marktfruchtbaubetrieben im Durchschnitt nicht mehr wesentlich gestiegenen Naturalerträge sind die teilweise ungünstigeren Witterungsbedingungen anzusehen. Darüber hinaus dürfte hieraus aber auch deutlich werden, daß es für den einzelnen Landwirt zunehmend schwieriger wird, in allen Teilbereichen und zu allen Zeitabschnitten eine weit entwickelte und laufend verfeinerte Produktionstechnik auf sich permanent ändernde Umweltverhältnisse abzustimmen und optimal einzusetzen. Dieser Gesichtspunkt, das Problem der einzelbetrieblichen Optimierung des Managements, dürfte für die Einkommensentwicklung in Ackerbaubetrieben in Zukunft noch größere Bedeutung erlangen. Mit zunehmender Intensität der Produktionssysteme und damit steigenden Anforderungen an die Betriebsleitung wachsen das Produktionsrisiko und die Varianz der Betriebsergebnisse.

#### 5 Wirkung veränderter Preisverhältnisse auf die optimale spezielle Intensität

Im Zuge der oben skizzierten Entwicklung ist die spezielle Intensität im Ackerbau, d.h. vor allem der Einsatz von Mineraldünger und Pflanzenschutzmitteln, kräftig erhöht worden. Im Rahmen einer umfangreichen Schlagkartei, die zur Datensammlung in schleswig-holsteinischen Ackerbaubetrieben angelegt ist, ergeben Trendberechnungen mit Hilfe der linearen Regression für die letzten Jahre jährlich steigende Stickstoffaufwendungen von 12 kg/ha und einen höheren Pflanzenschutzaufwand von 39 DM/ha<sup>2)</sup>. Dabei zeigen sich allernächst verhältnismäßig starke Streuungen zwischen den einzelnen Betrieben. Angesichts der gegenwärtig außerordentlich stark steigenden Preise für nahezu alle ertragssteigernden Betriebsmittel des Ackerbaues und in Erwartung anhaltender Preissteigerungen in der Zukunft hat die Frage nach der betriebswirt-

---

1)Hanus, H.: (2).- 2)Jürgens, M.: (4).

schaftlich optimalen speziellen Intensität besondere Aktualität.

In der neueren Literatur gibt es zur Untersuchung funktionaler Beziehungen zwischen den im Ackerbau eingesetzten Produktionsmitteln und dem Ertrag zahlreiche Veröffentlichungen. Dabei handelt es sich in erster Linie um Analysen mengenmäßiger Ertrags-Aufwandsbeziehungen. Die Erkenntnisgewinnung erfolgt überwiegend auf der Grundlage von Versuchen, in denen ein oder wenige Faktoren variiert und alle anderen Faktoren konstant gehalten werden. Durch monofaktorielle Steigerungsversuche sind Aussagen über Ursachen und Wirkungen nur unzureichend möglich, da nur eine eingeschränkte Zahl von Variationen der Aufwandsmengen und Produktionsfaktoren vorgenommen werden kann (vgl. beispielsweise BRAUN<sup>1)</sup>).

In der folgenden Analyse zur optimalen speziellen Intensität wird auf empirisches Datenmaterial und die damit geschätzte Produktionsfunktion des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Kiel zurückgegriffen<sup>2)</sup>.

### 5.1 Versuchsbedingungen

Der Versuchsstandort liegt auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen. Die dort vorherrschenden natürlichen Standortbedingungen sind vergleichbar mit denen in einem Großteil des östlichen Hügellandes Schleswig-Holsteins. Ein besonderer Vorteil des Versuchsstandortes liegt in den auf engem Raum wechselnden Bodenwertunterschieden, die es erlauben, algebraisch spezifizierte Produktionsfunktionen sowohl für ackerbaulich begünstigte Regionen als auch für relativ benachteiligte Gebiete abzuleiten. Die Versuchsergebnisse wurden im Jahr 1976 gewonnen, das sich besonders durch einen trockenen Vorsommer auszeichnete. Diese speziellen Witterungsbedingungen sind bei der Interpretation der Ergebnisse möglicherweise von Bedeutung und entsprechend zu berücksichtigen.

Mit Hilfe des Versuches soll die Abhängigkeit des Weizenkorn-ertrages von der Stickstoffeinsatzmenge geschätzt werden. Bei

---

1) Braun, H.: (1).- 2) Neben, H.: (7).

den Variablen handelt es sich um drei Stickstoff-Teilmen- gen. Als diskrete Variable werden zusätzlich zwei Intensitätsstu- fen des Pflanzenschutzes eingeführt.

Die Versuche werden auf zwei unterschiedlichen Standorten, auf "leichtem" und "schwerem" Boden, durchgeführt.

## 5.2 Schätzfunktionen

Für die unterschiedlichen Versuchsvariationen ergeben sich die folgenden vier Schätzfunktionen:

$$\begin{aligned} (1) \ y^a &= 0,2362 N_1^b + 0,5053 N_2^c + 0,2096 N_3^d \\ &- 0,0008 N_1^2 - 0,0026 N_2^2 - 0,0013 N_3^2 \\ &- 0,0016 N_1 \cdot N_2 - 0,0013 N_2 \cdot N_3 + 38,99 \quad B = 86 \%^e \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \ y^f &= 0,2361 N_1 + 0,470 N_2 + 0,1948 N_3 \\ &- 0,0008 N_1^2 - 0,0026 N_2^2 - 0,0013 N_3^2 \\ &- 0,0016 N_1 \cdot N_2 - 0,0013 N_2 \cdot N_3 + 40,01 \quad B = 86 \%^g \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3) \ y^h &= 0,4063 N_1 + 0,4835 N_2 + 0,1854 N_3 \\ &- 0,001886 N_1^2 - 0,003782 N_2^2 - 0,001047 N_3^2 \\ &- 0,001259 N_1 \cdot N_2 - 0,000931 N_1 \cdot N_3 - 0,000372 N_2 \cdot N_3 + 23,54 \\ &\quad B = 81 \%^i \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (4) \ y^k &= 0,3880 N_1 + 0,4868 N_2 + 0,1977 N_3 \\ &- 0,001886 N_1^2 - 0,003782 N_2^2 - 0,001047 N_3^2 \\ &- 0,001259 N_1 \cdot N_2 - 0,000931 N_1 \cdot N_3 - 0,000372 N_2 \cdot N_3 + 24,44 \\ &\quad B = 81 \%^l \end{aligned}$$

<sup>a</sup>Kornertrag in dt bei hochintensivem Pflanzenschutzinsatz auf schwerem Standort

<sup>b</sup>Stickstoffeilgabe in kg zum Vegetationsbeginn

<sup>c</sup>Stickstoffeilgabe in kg am Ende der Bestockung

<sup>d</sup>Stickstoffeilgabe in kg zu Beginn des Ährenschiebens

<sup>e</sup>Multiples Bestimmtheitsmaß der Funktion bei 86 Beobachtungswerten

<sup>f</sup>Kornertrag in dt bei mittelintensivem Pflanzenschutzinsatz auf schwerem Standort

<sup>g</sup> Multiples Bestimmtheitsmaß der Gleichung bei 86 Beobachtungswerten

<sup>h</sup> Kornenertrag in dt bei hochintensivem Pflanzenschutzinsatz auf leichtem Standort

<sup>i</sup> Multiples Bestimmtheitsmaß der Funktion bei 78 Beobachtungswerten

<sup>k</sup> Kornenertrag in dt bei mittelintensivem Pflanzenschutzinsatz auf leichtem Standort

<sup>l</sup> Multiples Bestimmtheitsmaß bei 78 Beobachtungswerten.

Quelle: Neben, H.: Einzel- und Kombinationswirkungen von Fungizidbehandlung, N-Düngung, Aussaatzeitpunkt und Aussaatstärke auf Ertrag und Fußkrankheitsbefall einiger Weizensorten in verschiedenen Fruchtfolgen, Dissertation, Kiel 1980.

---

Alle Vier Funktionen weisen ein hohes Bestimmtheitsmaß auf.

Im Hinblick auf die oben erläuterte betriebswirtschaftliche Fragestellung sind aus den genannten Produktionsfunktionen unter Verwendung heutiger Produkt- und Faktorpreise entsprechende Grenzkostenfunktionen und Wertgrenzprodukt-Funktionen abgeleitet worden. Eine graphische Darstellung dieser Funktionen findet sich in den Schaubildern 1 und 2.

### 5.3 Analyse der Funktionen und Ergebnisse

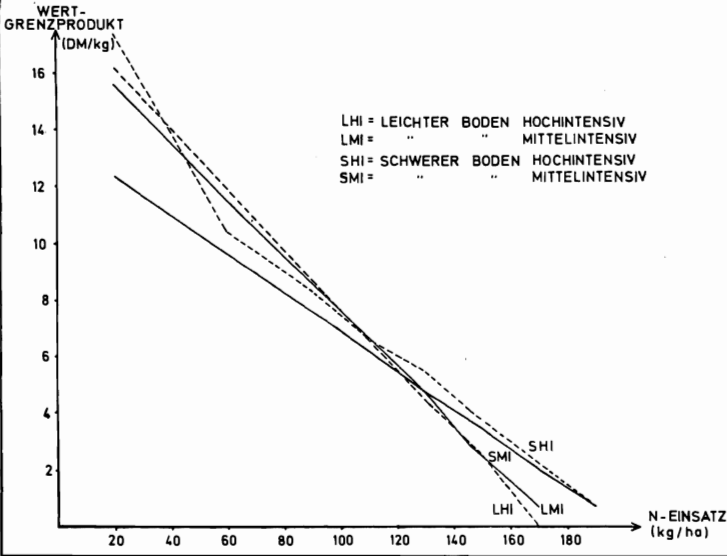
Die vorliegenden vier Produktionsfunktionen bzw. Grenzwertfunktionen werden im folgenden einer eingehenden Analyse unterzogen. Geklärt werden soll im einzelnen:

- ob und welchen Einfluß unterschiedliche Intensitätsniveaus im Pflanzenschutz bei verschiedenen Standortvoraussetzungen auf den theoretisch erzielbaren Maximalertrag und die damit verbundene Stickstoffdüngung haben,
- wo die ökonomischen Optima des Einsatzes von Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowohl absolut als auch relativ zum Maximalertrag liegen,
- wie sich bei den einzelnen Alternativen Produkt- oder Faktorpreisvariationen auf die optimale spezielle Intensität auswirken.

Die zusammengefaßten Ergebnisse der Analyse finden sich in Übersicht 3. Im folgenden soll auf die Alternativen im einzelnen eingegangen werden.

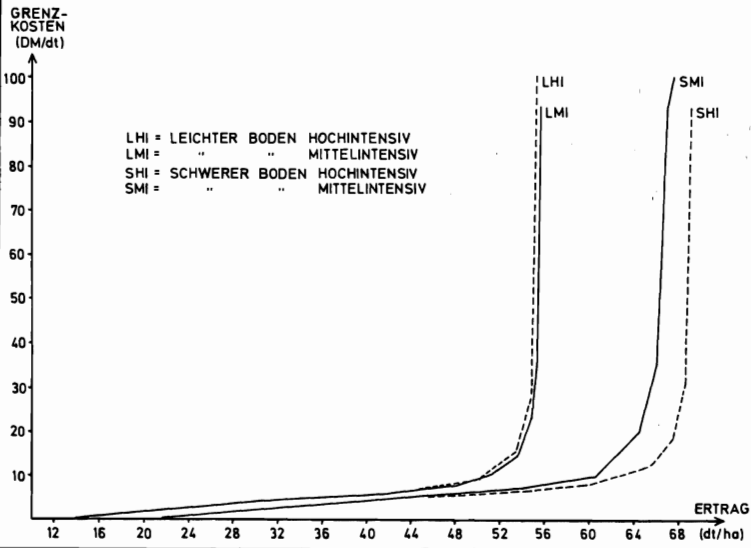
DARSTELLUNG 2

WERTGRENZPRODUKT - FUNKTIONEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN NATÜRLICHEN STANDORTEN UND PFLANZENSCHUTZ - INTENSITÄTEN



DARSTELLUNG 1

GRENZKOSTENFUNKTIONEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN NATÜRLICHEN STANDORTEN UND PFLANZENSCHUTZ - INTENSITÄTSSTUFEN





Übersicht 3: Zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Analyseergebnisse

Standort Pflanzenschutzinsatz		leicht		schwer	
		hoch	mittel	hoch	mittel
Maximalertrag	dt/ha	55,5	55,9	69,5	67,9
max. N-Gesamteinsatz	kg/ha	172,3	175,2	200,3	199,4
- 1.N-Teilgabe	kg/ha	80,1	72,6	91,9	101,2
- 2.N-Teilgabe	kg/ha	48,1	49,4	55,6	46,3
- 3.N-Teilgabe	kg/ha	44,1	53,1	52,8	51,9
Optimalertrag	dt/ha	55,3	55,6	69,0	67,5
opt. N-Gesamteinsatz	kg/ha	154,6	156,5	169,6	168,9
- 1.N-Teilgabe	kg/ha	76,2	67,4	69,5	79,5
- 2.N-Teilgabe	kg/ha	45,7	47,1	60,6	50,8
- 3.N-Teilgabe	kg/ha	32,7	42,0	39,4	38,6
$\epsilon E(p,r)^a$		$(\frac{1}{70})$	$(\frac{1}{90})$	$(\frac{1}{69})$	$(\frac{1}{60})$
$\epsilon N(p,r)^b$		$(\frac{1}{9})$	$(\frac{1}{9})$	$(\frac{1}{5,4})$	$(\frac{1}{5,4})$
$\epsilon E,N^c$		$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{11}$	$\frac{1}{13}$	$\frac{1}{11}$
$\frac{dN}{dr}^d$	kg/ha	- 12,8	- 12,7	- 22,4	- 22,4
$\frac{dN_1}{dr}$	kg/ha	- 2,8	- 2,7	- 16,3	- 16,3
$\frac{dN_2}{dr}$	kg/ha	- 1,8	- 1,8	+ 3,5	+ 3,5
$\frac{dN_3}{dr}$	kg/ha	- 8,2	- 8,2	- 9,6	- 9,6
Grenzwinn	DM/ha	- 37,4		+ 47	

<sup>a</sup> absolute (Bogen-) Preiselastizität des Ertrages, errechnet für eine 50 %-ige Faktor- und Produktpreisvariation.-

<sup>b</sup> absolute (Bogen-) Preiselastizität des Stickstoffverbrauches, errechnet für eine 50 %-ige Faktor- und Produktpreisvariation.-

<sup>c</sup> (Bogen-) Produktionselastizität, errechnet für eine 50 %-ige Produkt- und Faktorpreisvariation.-

<sup>d</sup> Änderung des Stickstoffgesamtverbrauchs bei einer Faktorpreisvariation um 1,00 DM/kg.

Alternative SHI: Dieses Verfahren zeichnet sich durch einen besonders intensiven Einsatz von Pflanzenschutzmitteln aus. Neben Blatt- und Ährenkrankheiten werden auch die Fußkrankheiten mit den üblichen Wirkstoffen bekämpft. Der unter diesen Bedingungen erreichbare theoretische Maximalertrag beläuft sich bei einem Einsatz von insgesamt 200 kg N auf 69,5 dt/ha. Die Düngungsgaben werden auf drei Termine verteilt. Zum Maximalertrag führten Stickstoffteilgaben von 91,9, 55,6 und 52,8 kg/ha (46, 28 und 26 v.H.). Der unter betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten anzustrebende Zielertrag beläuft sich bei heutigen Preisen auf 69 dt/ha und liegt damit nur 0,7 v.H. unter dem Maximalertrag. Die dabei eingesetzte Düngermenge reduziert sich allerdings um 30 kg oder 15 v.H. bei einem leicht veränderten Düngungsmuster auf 170 kg/ha. Für die Erstellung von 69 dt/ha wird ein bestmöglicher Wirkungsgrad des eingesetzten Stickstoffdüngers erreicht, wenn die relativen Teilmengen 41 v.H., 36 v.H. und 23 v.H. betragen, also eine stärkere Betonung der mittleren N-Gabe erfolgt. Eine Erhöhung des Stickstoffpreises um 1 DM/kg N würde den Gesamtverbrauch an Stickstoffdünger um 22,4 kg N/ha sinken lassen. Im Gegensatz zu dieser spürbaren Anpassungsreaktion der Stickstoffgesamtgaben ist die Reagibilität des anzustrebenden Zielertrages auf Produkt- und Faktorpreisvariationen denkbar gering. Beispielsweise ergäbe sich eine 1 %ige Einschränkung des Flächenertrages nur über eine 69 %ige Senkung (bzw. Erhöhung) der Produkt- (Faktor-)preise. Die oft anzutreffende Vermutung der vollkommen preisunelastischen Reaktionen der Landwirte in bezug auf den Zielertrag wird also durch das Analyseergebnis bestätigt. Dieses Ergebnis enthält selbstverständlich keine Aussage über die zu erwartenden Reaktionen der Landwirte, die aus einer durch Preisveränderung bedingten Änderung der Wettbewerbssituation der einzelnen Betriebszweige resultiert.

Alternative SMI: In diesem Weizenanbauverfahren auf schwerem Boden wird gegenüber der zuerst beschriebenen Alternative der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Pilzkrankheiten gemindert. Während der insgesamt benötigte Stickstoffeinsatz mit 199,4 kg/ha das Niveau der vorigen Variante fast erreicht, bleibt der aus der dazugehörigen Produktions-

funktionen abgeleitete Maximalertrag mit 67,9 dt/ha um 1,6 dt/ha oder 2,3 v.H. hinter dem möglichen Höchstertrag zurück. Bei der Interpretation dieses Ergebnisses ist zu beachten, daß sich infolge der im Jahr 1976 im Vergleich zu einem Normaljahr stärkeren Vorsommertrockenheit ungünstige Ausbreitungsbedingungen für Pilze boten. Die optimalen Stickstoffteilmengen dieser Variante sind der zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse in Übersicht 3 zu entnehmen. In der Alternative SMI ist die Preiselastizität des Ertrages etwas höher, die Auswirkungen von Faktor- und Produktpreisveränderungen auf den Zielertrag dennoch denkbar gering.

Alternativen LHI und LMI: Diese beiden Verfahren entsprechen den zuerst vorgestellten Varianten, werden aber im Unterschied zu diesen auf leichteren Böden durchgeführt. Besondere Aufmerksamkeit verdient hierbei die Frage, ob die Variation des Pflanzenschutz- und Düngungseinsatzes ähnliche Wirkung auf die Höhe des erzielten Ertrages hat wie auf schweren Böden. Die Variante mit dem hohen Pflanzenschutzniveau erreicht bei einem Düngungsaufwand von insgesamt 172 kg N/ha einen Ertrag von 55,5 dt/ha, was eine Ertragsminderung von nahezu 20 v.H. gegenüber den besseren Böden bedeutet. Ein Vergleich der ertragsmaximalen Düngereinsatzmengen beider Varianten zeigt, daß der gewichtigere Einfluß auf die Düngungshöhe von der Bodenqualität und nicht von den anderen produktionstechnischen Maßnahmen ausgeht. Auffallend ist zudem der ertragsdegressiv und grenzkostensteigernd wirkende Charakter der zusätzlichen Pflanzenschutzmaßnahmen unter den besonderen Bedingungen des Jahres 1976.

Der wirtschaftliche Optimalertrag liegt bei derzeitigen Preisverhältnissen nur 0,2 dt/ha oder 0,36 v.H. unter dem Höchstertrag (Variante LHI).

Eine gegenüber den ökonomischen Ausgangsdaten vorgenommene Erhöhung der Faktor- bzw. Senkung der Produktpreise reduziert den optimalen Stickstoffgesamteinsatz und den anzustrebenden Zielertrag auf dem leichten Standort in noch geringerem Maße als auf dem schweren Boden.

#### 5.4 Zusammenfassung der Analyseergebnisse

In der vorstehenden Untersuchung werden pflanzenbauliche Versuchsergebnisse betriebswirtschaftlich ausgewertet. In Anlehnung an die einleitend formulierten Fragestellungen werden die erarbeiteten Ergebnisse nachfolgend thesenartig zusammengefaßt:

- (1) Der theoretisch erzielbare Maximalertrag unterscheidet sich bei den untersuchten Standorten nicht wesentlich von dem unter derzeitigen Rahmenbedingungen wirtschaftlichen Optimalertrag.
- (2) Auch erhebliche Faktor- und Produktpreisveränderungen üben auf den anzustrebenden Zielertrag nur einen geringfügigen Einfluß aus.
- (3) Bei veränderten Rahmendaten führt dagegen eine Anpassung der Düngungshöhe durchaus zu höheren Gewinnen.
- (4) Das bei einer bestimmten Höhe des Stickstoffgesamteinsatzes optimale Düngungsmuster hängt nicht nur von den natürlichen Standortvoraussetzungen, sondern auch von den Preisverhältnissen ab.
- (5) Die anzustrebende Intensitätshöhe im Pflanzenschutz ist standortabhängig. Auf schweren Standorten sprechen die gewonnenen Ergebnisse dafür, allgemein ein hohes Intensitätsniveau anzustreben. Das trifft auf ackerbaulich weniger begünstigten Standorten nicht für alle Umweltkonstellationen und Maßnahmen zu.

#### L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

1. Braun, H.: Untersuchungen zur Aufnahme und Verwertung von Stickstoff durch Getreidebestände unter besonderer Berücksichtigung von Sortenunterschieden, Dissertation, Bonn 1972.
2. Hanus, H.: Entwicklungstendenzen im Ackerbau. In: Schriftenreihe des Agrarwissenschaftlichen Fachbereichs, Kiel 1979.
3. Hogueve, H.: Zur Entwicklung landwirtschaftlicher Großbetriebe auf Ackerbaustandorten, Diplomarbeit, Kiel 1980.

4. Jürgens, M.: Analyse von Produktionssystemen des Ackerbaus, Dissertation, Kiel 1981.
5. Kuhlmann, F.: Grundsätze einer standortgerechten landwirtschaftlichen Unternehmensplanung. In: Standortprobleme der Agrarproduktion, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., Bd. 14, München, Bern und Wien 1977.
6. Langbehn, C.: Zur Entwicklung landwirtschaftlicher Betriebsformen auf Ackerbaustandorten. In: Andrae, B. und C. Langbehn (Hrsg.): Zukunftsfragen der westdeutschen Landwirtschaft, Hamburg und Berlin 1976.
7. Neben, H.: Einzel- und Kombinationswirkungen von Fungizidbehandlung, N-Düngung, Aussaatzeitpunkt und Aussaatstärke auf Ertrag und Fußkrankheitsbefall einiger Weizensorten in verschiedenen Fruchtfolgen, Dissertation, Kiel 1980.
8. Petersen, V.: Ablaufplanung im Getreidebau, unveröffentlichtes Manuskript, Kiel, in Vorbereitung.