

9. Kartha, K. P. R., 1959: Buffalo in „An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics“. — Verl. Longmans, London (1959, 2. Aufl.).
10. Leupold, J., 1968: Die Wasserbüffel auf der Insel Ceylon. — Tierärztl. Umsch., **23** (6), 273—278.
11. Mammerickx, M., 1960: Le buffle (Monographie du genre Bubalus). — Bull. Agr. du Congo et du Ruanda-Urundi, **51** (1), 171—212.
12. Ulbrich, F. und Fischer, H., 1967: The Chromosomes of the Asiatic Water Buffalo (*Bubalus bubalis*) and the African Buffalo (*Syncerus caffer*). — Z. Tierz. Zücht. Biol., **83**, 219—223.
13. Ulbrich, F. und Fischer, H., 1968: Die Chromosomensätze des türkischen und südosteuropäischen Wasserbüffels (*Bubalus bubalis*). — Z. Tierz. Zücht. Biol., **85** (2), 119—122.
14. Vendargon, X. A., 1964: Production of Ghee at the Central Animal Husbandry Station, Kluang. — Jour. Mal. Vet. Med. Ass., **3** (4), 128—134.
15. Williamson, G. and Payne, W. J. A., 1962: An Introduction to Animal Husbandry in the Tropics. — Verl. Longmans, London.
16. Zeuner, F. E., 1963: A History of Domesticated Animals. — Verl. Hutchinson, London.

*Arbeit aus dem Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Technischen Universität Berlin;*

*Direktor: Professor Dr. B. Andrae.*

## **Gedanken zur Produktionsfaktorenkombination in Entwicklungsländern**

### **Combination of production factors in developing countries**

Von Wolfgang Lentze \*)

#### **1. Nahrungsmittelproduktion zu minimalen Kosten und Gewinnmaximierung — ein Widerspruch?**

Jede Volkswirtschaft wird danach streben, eine höchstmögliche Bedarfsdeckung mit dem möglichst geringsten Einsatz an knappen Produktionsmitteln zu erreichen. Sie versucht, die Produktivität laufend zu steigern. Ihr Ziel ist es, die (wachsenden) Bedürfnisse ihrer Einwohner nachhaltig befriedigen zu können, was nur unter dem Zwang, bestimmte Leistungen mit möglichst geringen Kosten zu erstellen, letztlich realisiert werden kann. Dies läßt sich auch folgendermaßen formulieren (Skomroch, W., 1966):

$$\frac{\text{Kosten}}{\text{Leistung}} = \text{min.} \quad (1)$$

\*) Wolfgang Lentze, Diplomlandwirt u. Ing. agr. trop., z. Z. wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Landwirtschaftliche Betriebslehre der Technischen Universität Berlin.

*Anschrift:* 1000 Berlin 33, Im Dol 27/29.

Für den privatwirtschaftlich orientierten Betrieb dagegen ist in einer freien Marktwirtschaft die Erstellung von Gütern, Diensten etc. ein Mittel zum Zweck. Primär interessiert er sich nicht für die Frage: Stehen in Menge und Qualität genügend Nahrungsmittel für die Bevölkerung zur Verfügung? Er strebt in der Regel danach, seinen Gewinn relativ zu den Kosten möglichst zu erhöhen, entsprechend der folgenden Formel (Skomroch, W., 1966):

$$\frac{\text{Gewinn}}{\text{Kosten}} = \max. \quad (2)$$

Das Gewinnprinzip ist es, das den privatwirtschaftlich orientierten Betrieb (Betriebsleiter) zu wirtschaftlichem Handeln veranlaßt.

Entsteht aus beiden Zielsetzungen ein Konflikt? Widersprechen sie sich?

Das ist nicht der Fall. Der Gewinn ist als Differenz oder Residuum zwischen Leistung und Kosten anzusehen.

$$\text{Gewinn} = \text{Leistung} - \text{Kosten}$$

Folglich kann man aus (2) ableiten (Skomroch, W., 1966):

$$\frac{\text{Gewinn}}{\text{Kosten}} = \frac{\text{Leistung} - \text{Kosten}}{\text{Kosten}} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}} - \frac{\text{Kosten}}{\text{Kosten}} = \frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}} - 1. \quad (3)$$

Der Ausdruck  $\text{Kosten}/\text{Kosten}$  in der vorstehenden Gleichung kann gleich 1 gesetzt werden und hat den Charakter einer Konstanten, welche die Relation  $\text{Leistung}/\text{Kosten}$  nicht beeinflußt und daher zu vernachlässigen ist. Somit kann das privatwirtschaftliche Ziel nicht nur in Form der Gleichung

$$\frac{\text{Gewinn}}{\text{Kosten}} = \max, \text{ sondern auch in Form von } \frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}} = \max$$

dargestellt werden. Vergleicht man das volkswirtschaftliche Prinzip (1)

$$\frac{\text{Kosten}}{\text{Leistung}} = \min \text{ mit dem privatwirtschaftlichen } \frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}} = \max,$$

so zeigt sich, daß beide identisch sind. Bei dem einen werden die Kosten relativ zur Leistung minimiert, womit gleichzeitig bei dem anderen die Leistung relativ zu den Kosten maximiert werden muß und umgekehrt. Sind die Kosten in bezug auf die Leistung minimiert, dann ist die „Minimalkostenkombination“ erreicht. Das Maximum an Gewinn in bezug auf

die Kosten  $\left(\frac{\text{Gewinn}}{\text{Kosten}} = \max\right)$  läßt sich nur unter Einhaltung der Minimalkostenkombination  $\left(\frac{\text{Kosten}}{\text{Leistung}} = \min\right)$  verwirklichen. Damit kann man die

volkswirtschaftliche Leistungserstellung in einer freien Marktwirtschaft grundsätzlich den privatwirtschaftlich orientierten Betrieben überlassen.

## 2. Anpassung der Produktionsfaktorenkombination an die volkswirtschaftliche Entwicklung<sup>\*\*)</sup>

In jeder Volkswirtschaft, gleichgültig auf welcher Entwicklungsstufe sie sich befindet, herrschen bestimmte Knappheitsverhältnisse für die drei klassischen Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital vor, die in den Preisrelationen derselben (immer freie Marktwirtschaft unterstellt!) ihren Niederschlag finden. Soll die Minimalkostenkombination verwirklicht werden, so muß der Landwirt, bei grundsätzlich gleicher Produktivität, in allen Volkswirtschaften das Mengenverhältnis von Boden, Arbeit und Kapital reziprok zu den Preisverhältnissen der Produktionsfaktoren wählen. Mit anderen Worten: Kennt man die Preisrelationen der Produktionsfaktoren Boden, Arbeit und Kapital in den verschiedenen Volkswirtschaften, so läßt sich daraus, unter den genannten Bedingungen, auf die ökonomisch sinnvollen Mengenrelationen der Produktionsfaktoren schließen. *Hering* (1968) hat in Anlehnung an *Herlemann* (1961) die Wandlungen der Preisrelationen der Produktionsfaktoren im Zuge der volkswirtschaftlichen Entwicklung in folgender Tabelle schematisch dargestellt.

*Tabelle 1.* Wandlungen der Preisrelationen der Produktionsfaktoren im Zuge der volkswirtschaftlichen Entwicklung

Entwicklungsstufe	Arbeit	Boden	Kapital	Stufenfolge
Dünnbesiedeltes Agrarland	+	- -	+ +	
Agrar-Industrieland	+	-	+	
Industrie-Agrarland	+ +	+	-	
Industrieland	+ +	+	- -	
Industrie-Agrarland	+	+ +	-	
Agrar-Industrieland	-	+ +	+	
Dichtbesiedeltes Agrarland	-	+ +	+ +	
Übervölkertes Agrarland	- -	+ +	+ +	

+ bedeutet relativ hoher Preis eines Produktionsfaktors

- bedeutet relativ niedriger Preis eines Produktionsfaktors

*Quelle:* In Anlehnung an *Herlemann, H. H.* entwickelt von *Hering, G. A.*: Differenzierungen in der Humuswirtschaft unter dem Einfluß natürlicher und wirtschaftlicher Standortfaktoren. Ein Beitrag zur Ökonomik der organischen Düngung. Diss. Berlin 1968, S. 40.

Zur Erstellung einer bestimmten Leistung zu minimalen Kosten, wird man in einem dünnbesiedelten Agrarland (z. B. Argentinien) relativ sehr viel Boden, wenig Arbeit und sehr wenig Kapital einsetzen, in einem über-völkerten Agrarland (z. B. Indien) dagegen relativ wenig Boden und Kapi-

<sup>\*\*)</sup> Vgl. auch *Andreae, B.*, 19565 und 1968.

tal, aber sehr viel Arbeit und in einem Industrieland (z. B. Bundesrepublik Deutschland) verhältnismäßig sehr wenig Arbeit, wenig Boden und sehr viel Kapital. Dem Leser muß es im Rahmen dieser Abhandlung überlassen bleiben, in Anlehnung an Tabelle 1 die charakteristischen Preisrelationen der Produktionsfaktoren in den volkswirtschaftlichen Entwicklungsstufen

*Tabelle 2.* Mengenrelation der eingesetzten Produktionsfaktoren in der Landwirtschaft in Ländern verschiedener volkswirtschaftlicher Entwicklungsstufe (Mühl, H., 1967)

Produktionsfaktoren (Produktionsmittel)	100 Arbeitskräfte waren in		
	Deutschland (BRD)	Indien	Argentinien
	ausgestattet mit . . .		
Boden, ha LN	464 <sup>1)</sup>	129 <sup>4)</sup>	9434 <sup>7)</sup>
Schleppern, Stück	36 <sup>2)</sup>	0,02 <sup>5)</sup>	7,57 <sup>8)</sup>
Mineraldünger, Tonnen (Reinnährstoffe: N + P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + K <sub>2</sub> O)	91 <sup>3)</sup>	0,30 <sup>6)</sup>	1,11 <sup>9)</sup>

<sup>1)</sup> 1964 insgesamt 3,044 Mill. AK und 14,121 Mill. ha LN. <sup>2)</sup> 1964 insgesamt 1,107 Mill. Traktoren. <sup>3)</sup> 1964/65 insgesamt 2,759 Mill. Tonnen Reinnährstoffe. <sup>4)</sup> 1961 insgesamt 137,546 Mill. AK und 1962 176,885 Mill. ha LN. <sup>5)</sup> 1961 insgesamt 31 010 Traktoren. <sup>6)</sup> 1961/62 insgesamt 0,418 Mill. Tonnen Reinnährstoffe. <sup>7)</sup> 1960 insgesamt 1,461 Mill. AK und 137,829 Mill. ha LN. <sup>8)</sup> 1960 insgesamt 110 643 Schlepper. <sup>9)</sup> 1961/62 insgesamt 16 200 Tonnen Reinnährstoffe.

weiter zu studieren und die für sein Land wichtigen Schlüsse zu ziehen. Allerdings ist noch hinzuzufügen, daß ein übervölkertes Agrarland sowohl die Stufe eines dünnbesiedelten Agrarlandes wie auch eines dichtbesiedelten Agrarlandes durchlaufen hat und sich mit der Industrialisierung direkt zum Agrar-Industrieland entwickelt.

Wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist, entsprechen die vorliegenden Mengenrelationen der eingesetzten Produktionsfaktoren in den drei genannten Länderbeispielen den geäußerten Vermutungen. Schlepper und Mineraldünger sind als repräsentative Kapitalformen anzusehen.

### 3. Gewinnmaximierung bei teilweise fixierten Produktionsfaktoren

Nicht immer kann oder soll die bestmögliche Kombination der Produktionsfaktoren eingehalten werden. Vielfach ist einer der Produktionsfaktoren, aus welchen Gründen auch immer, nur in beschränkter Menge verfügbar. Unter diesen Bedingungen lassen sich die Kosten in bezug auf die Leistung nicht mehr so weit minimieren wie bei unbeschränkter Verfügbarkeit aller Faktoren, d. h., die Minimalkostenkombination liegt auf einer anderen Ebene. Es ist allerdings in der Regel nicht so, daß nun die Mini-

malkostenkombination mit demselben Mengenverhältnis der Produktionsfaktoren erreicht wird wie bei unbeschränkter Verfügbarkeit. Vielmehr lassen sie sich, bezogen auf die zu erstellende Leistung, meistens gegenseitig austauschen (substituieren), so daß ein vermehrter Aufwand der noch unbeschränkten Faktoren eine Gewinnsteigerung hervorrufen kann. Ist z. B. der Boden knapp, so kann der Gewinn durch zusätzlichen Aufwand von Arbeit und/oder Kapital noch erhöht werden. Der Gewinn wäre aber zweifellos höher, wenn der Boden proportional zu den Aufwandsmengen von Arbeit und/oder Kapital ausgedehnt werden könnte. Das Gewinnmaximum bei beschränkter Verfügbarkeit eines Faktors ist dabei immer dann erreicht, wenn der Gewinn, bezogen auf eben diesen knappen Faktor, maximiert ist. Allerdings tritt bei „Anhäufung“ variabler Faktoren auf einen (oder mehrere) fixe Faktoren das Gesetz vom abnehmenden Ertragszuwachs in Funktion. Bei diesen Bedingungen ist das zu erreichende Gewinnmaximum bezogen auf den knappen Produktionsfaktor bzw. die anzusteuernde Minimalkostenkombination erst verwirklicht, wenn die Grenzleistung des variablen Faktors gleich seinen Grenzkosten ist<sup>1)</sup>.

Kann die Minimalkostenkombination (Variabilität aller Faktoren) nicht weiter verwirklicht werden, so ist der begrenzende Faktor (oder das Produktionsmittel) festzustellen und sich Klarheit über die substitutiven Faktoren zu verschaffen bzw. letztere vermehrt einzusetzen. Der Gewinn muß dann immer auf den begrenzt zur Verfügung stehenden Produktionsfaktor bezogen werden.

In einem Betrieb ist das Problem vielfach komplizierter. Hier ist meistens nicht mit nur einem begrenzenden Faktor zu rechnen, sondern es können zwei oder mehrere sein. Vor Beginn einer Kalkulation kann nicht unmittelbar unterstellt werden, daß einer der begrenzenden Faktoren auch wirklich voll ausgenutzt wird. Man wird schrittweise vorgehen und alle begrenzt zur Verfügung stehenden Faktoren im Auge behalten müssen und sich letztlich simultan mit Hilfe des Ergebnisses entscheiden.

Zum Abschluß ein praktisches Kalkulationsbeispiel aus dem Kaffeeanbau — siehe Tabelle 3 —. Dabei wurden unterschiedliche Mengenkombinationen zwischen Boden und Mineraldünger (Stickstoff) gewählt. Kaffeeertrag, Produktionskosten, Leistung und Gewinn verhalten sich entsprechend.

Die Minimalkostenkombination muß dort liegen, wo der Quotient aus  $\frac{\text{Kosten}}{\text{Leistung}}$  am kleinsten bzw. der Quotient aus  $\frac{\text{Kosten}}{\text{Gewinn}}$  am größten ist, also bei einer Relation zwischen Boden und Stickstoff von 1 : 100 (Kombina-

1) Grenzleistungen bzw. Grenzkosten sind diejenigen Geldbeträge, die man beim Einsatz der letzten Einheit des variablen Faktors erhält bzw. aufzuwenden hat. Der Quotient aus  $\frac{\text{Grenzleistung}}{\text{Grenzkosten}}$  des variablen Faktors wird mit zunehmender Ausdehnung desselben immer kleiner und erreicht schließlich den Wert 1, bei dem die Produktion abzubrechen ist.

tionsstufe 3). Jede Produktion mit einer anderen Mengenkombination zwischen Boden und Stickstoff würde bedeuten, daß die Kosten relativ zur Leistung steigen bzw. der Gewinn relativ zu den Kosten sinkt.

Tabelle 3. Stickstoffeinsatz und Wirtschaftlichkeit im Kaffeeanbau<sup>1)</sup>

Kombinationsstufe	1	2	3	4	5
Boden, ha	1	1	1	1	1
Mineraldünger, kg/ha (Reinnährstoff: Stickstoff)	20	70	100	225	300
Kaffeertrag, kg/ha	500	840	960	1250	1300
Produktionskosten, DM/ha	1214,—	1857,—	2100,—	2750,—	2926,—
Leistung, DM/ha	1375,—	2310,—	2640,—	3437,—	3575,—
Gewinn, DM/ha	161,—	453,—	540,—	687,—	649,—
Kosten/Leistung	0,88	0,81	<b>0,79</b>	0,80	0,82
Gewinn/Kosten	0,13	0,24	<b>0,26</b>	0,25	0,22
Mit 20 000 DM Kapital können ... ha Kaffee angebaut werden	16,5	10,8	9,5	7,3	6,8
Gesamtgewinn bei 20 000 DM Kapital- einsatz, DM	2657,—	4892,—	<b>5130,—</b>	5015,—	4413,—
Mit 20 ha Ackerfläche können ... ha Kaffee angebaut werden	20	20	20	20	20
Gesamtgewinn bei 20 ha Kaffeeanbau, DM	3220,—	9060,—	10800,—	<b>13740,—</b>	12980,—
Mit 2000 kg Stickstoff (Rein-N) können ... ha Kaffee angebaut werden	100	28,6	20	8,9	6,7
Gesamtgewinn bei Ein- satz von 2000 kg Stick- stoff (Rein-N), DM	<b>16100,—</b>	12956,—	10800,—	6114,—	4348,—

Stehen dem Landwirt z. B. 20 000 DM Kapital für den Kaffeeanbau zur Verfügung und kapitalisiert man den Einsatz aller Produktionsfaktoren bzw. Produktionsmittel, so wird er 9,5 ha Kaffee mit einem Stickstoff-

<sup>1)</sup> Die Kalkulationsdaten wurden in Anlehnung an die Verhältnisse in Tansania unterstellt.

aufwand je Hektar von 100 kg anbauen und einen Gesamtgewinn von 5130 DM erzielen (Kombinationsstufe 3). Jede andere Kombination wäre mit einem Gewinnverzicht verbunden, der z. B. 238 DM bei Kombinationsstufe 2 betragen würde.

Ist der Boden nur beschränkt vorhanden (in diesem Beispiel 20 ha) und stehen alle anderen Produktionsmittel, insbesondere Mineraldünger zur Verfügung, so wird man von der Minimalkostenkombination (Variabilität aller Faktoren) abweichen und erreicht, bezogen auf den Produktionsfaktor Boden, das Gewinnmaximum bei Kombinationsstufe 4 mit 13 740 DM. Würde man z. B. auf dem Niveau der Minimalkostenkombination (Variabilität aller Faktoren) bleiben (Kombinationsstufe 3) und damit statt 225 kg nur 100 kg Stickstoff je Hektar aufwenden, müßte mit einem relativen Verlust von 2940 DM gerechnet werden, obwohl die zur Verfügung stehenden 20 ha Ackerfläche ebenfalls voll verbraucht wurden.

Kann der Landwirt z. B. insgesamt nur 2000 kg Stickstoff einsetzen, mehr sollen ihm aus irgendeinem Grunde nicht zur Verfügung stehen, so wird er die Kombinationsstufe 1 wählen, da er hier den relativ höchsten Gewinn, bezogen auf den eingesetzten Stickstoff, erwirtschaften kann. Bei Kombinationsstufe 3 würde er bereits einen relativen Verlust von 5300 DM erleiden.

#### 4. Zusammenfassung

- (4.1.) Zwischen dem volkswirtschaftlichen Ziel der Leistungserstellung zu minimalen Kosten  $\left(\frac{\text{Leistung}}{\text{Kosten}} = \min\right)$  und dem privatwirtschaftlichen Prinzip der Gewinnmaximierung  $\left(\frac{\text{Gewinn}}{\text{Kosten}} = \max\right)$  besteht kein Unterschied. Werden die Kosten relativ zur Leistung minimiert, so wird gleichzeitig der Gewinn relativ zu den Kosten maximiert und umgekehrt.
- (4.2.) In Ländern mit verschiedener volkswirtschaftlicher Entwicklungsstufe sind zur Erstellung einer bestimmten Leistung zu minimalen Kosten die Produktionsfaktoren jeweils so zu kombinieren, daß sich ihr Mengenverhältnis, bei gleicher Produktivität der Faktoren, umgekehrt proportional zu ihrer Preisrelation verhält.
- (4.3.) Kann die Minimalkostenkombination (Variabilität aller Faktoren) nicht eingehalten werden, so ist der Gewinn, bezogen auf den (die) knappen Faktor(en), zu maximieren.
- (4.4.) An einem Beispiel aus dem Kaffeeanbau wurde demonstriert, daß ein Abweichen von der Minimalkostenkombination (Variabilität aller Faktoren) bei entsprechender Beschränkung z. B. des Boden- oder Stickstoffvorrates ökonomisch sinnvoll ist.

## Summary

- (4.1.) There is no difference between the aim of national economy to provide performance at a minimum of expense  $\left(\frac{\text{performance}}{\text{expenses}} = \min\right)$ , and the principle of private enterprise which is to strive for maximum profits  $\left(\frac{\text{profit}}{\text{expenses}} = \max\right)$ . If, in relation to the performance, expenses are minimized, the profit is simultaneously raised to a maximum as compared with expenses, and vice versa.
- (4.2.) In those countries where national economies have reached different stages in their respective developments, the achievement of a certain performance at minimum expense presupposes a combination of production factors with a view to ensuring that the quantitative ratio, at equal productivity of factors, is inversely proportional to its price relation.
- (4.3.) If it is not feasible to put into practice the combination of minimum expense (variability of all factors), profits have to reach maximum level, with regard to the lowest factor(s).
- (4.4.) The example of coffee cultivation illustrates that a deviation from the combination of minimum expenses (variability of all factors) is logical under economic aspects in the case of a limitation, for instance of area and nitrogen.

## Literaturverzeichnis

1. Andreae, B.: Die Bodenfruchtbarkeit in den Tropen. Nutzbarmachung und Erhaltung. Betriebswirtschaftliche Überlegungen für die Arbeit in Entwicklungsländern. Hamburg u. Berlin 1965, S. 19—34.
2. Andreae, B.: Die Minimalkostenkombination in der Landwirtschaft im Zuge der volkswirtschaftlichen Entwicklung. „Berichte über Landwirtschaft“, Hamburg u. Berlin, Bd. 46 (1968), S. 1 ff.
3. Hering, G. A.: Differenzierungen in der Humuswirtschaft unter dem Einfluß natürlicher und wirtschaftlicher Standortfaktoren. Ein Beitrag zur Ökonomik der organischen Düngung. Diss. Berlin 1968, S. 40.
4. Herlemann, H. H.: Grundlagen der Agrarpolitik. Die Landwirtschaft im Wirtschaftswachstum. Berlin u. Frankfurt/Main 1961, S. 50 ff.
5. Mühl, H.: Über die Kombination der Produktionsfaktoren in der Landwirtschaft im Zuge der volkswirtschaftlichen Entwicklung unter besonderer Berücksichtigung des Mineraldüngereinsatzes. Diss. Berlin 1967, S. 68 u. 129.
6. Skomroch, W.: Betriebswirtschaftliche Entscheidungskriterien bei Optimumkalkulationen. „Berichte über Landwirtschaft“, Hamburg u. Berlin, Bd. 44 (1966), S. 527 ff.