

rellen Axiom relativ gleicher Argumentänderungen repräsentative Arbeitsbedingungen zur Voraussetzung. Für Wertesysteme, die außerhalb der näheren Umgebung des in diesen Tafeln vereinbarten repräsentativen Wertesystems liegen, sind daher die jeweiligen Gewichte erneut zu berechnen.

3. Wie die Ausgangsfunktion  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  selbst so bilden auch die Gewichte ihrer Argumente  $x_1, x_2, \dots, x_n$  für deren Variabilitätsbereich keine bestimmten Zahlen, sondern ebenfalls Funktionen, d. h. der Einfluß eines gewissen Arguments  $x_\nu$  ( $\nu = 1, 2, \dots, n$ ) auf die Ausgangsfunktion stellt in deren Definitionsbereich keine feststehende Größe im Sinne eines konstanten spezifischen Gewichtes, sondern eine veränderliche Größe dar, die sowohl vom Wert der in die partielle Ableitung  $\frac{\partial y}{\partial x_\nu}$  eingehenden Argumente als auch von seinem eigenen Argumentwert  $x_\nu = x_{\nu 0}$  abhängt. Nur für bestimmte Wertesysteme ist es darum möglich, das Gewicht der Veränderlichen  $x_\nu$  als bestimmte Zahl auszudrücken.

## Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag weist einen Weg, die bisher vorherrschende verbale, nicht selten intuitiv begründete Einschätzung des Gewichts veränderlicher Einflußgrößen durch eine quantifizierende Methode abzulösen. Ihr Kernstück besteht darin, den funktionalen Zusammenhang zwischen den unabhängig veränderlichen Größen und der ihnen zugeordneten abhängig veränderlichen Größe durch einen analytischen Ausdruck  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  quantitativ

zu erfassen und die partiellen Differentialquotienten dieses Ausdruckes mit relativ gleichen Änderungen der Argumente  $x_1, x_2, \dots, x_n$  abzuwägen. Die partiellen Funktionsdifferentialie  $dy_{x_1}, dy_{x_2}, \dots, dy_{x_n}$  zeigen sodann den Einfluß an, den die Argumente  $x_1, x_2, \dots, x_n$  an einer bestimmten Stelle  $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$  auf die Funktion ausüben. Praktisch läuft diese Methode auf die Frage hinaus, um wieviel Prozent die abhängig Veränderliche  $y$  wächst oder fällt, wenn die unabhängig Veränderlichen  $x_1, x_2, \dots, x_n$  jeweils um 1% zunehmen.

Das Rechenverfahren wird am Beispiel der Arbeitszeitfunktionen zweier transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren demonstriert: der vollmechanisierten Stallung- und Gülleausbringung. Die Bedeutung der Frage, wie groß das Gewicht der veränderlichen Arbeitsbedingungen Transportmasse, Nutzlast, Geschwindigkeit usw. auf den Arbeitszeitbedarf dieser Verfahren ist, zeigt sich darin, daß der Erfolg einer jeden arbeitswirtschaftlichen Rationalisierung dann am größten sein wird, wenn sie sich zunächst der Änderung jener arbeitszeitbeeinflussenden Faktoren zuwendet, die sich durch ein vergleichsweise großes arbeitswirtschaftliches Gewicht auszeichnen.

## Literatur

- [1] FLEISCHER, E.: Die Beurteilung des spezifischen arbeitswirtschaftlichen Gewichts variabler Arbeitsbedingungen mit Hilfe der partiellen Differentiation. Kühn-Archiv, Bd. 78, 2. Sonderheft, S. 1 bis 67, Akademie-Verlag Berlin 1964
- [2] FLEISCHER, E.: Untersuchungen zur Anwendung von Arbeitszeitfunktionen und ihrer partiellen Differentiale auf die vergleichende Analyse des Arbeitszeitbedarfs transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der vollmechanisierten Stallung- und Gülleausbringung. Diss. Halle 1968  
A 7389

Dipl. Ing. oec., Ing. H. ROBINSKI, KDT

## Die Ermittlung des ökonomischen Nutzeffekts neuer Landmaschinen

### 1. Einleitung

Durch die progressive Entwicklung der Wissenschaft und Technik kommen immer mehr neue Erzeugnisse auf den Markt. Im Maschinenbau zeigt sich bereits heute, daß die Erzeugnisse nach sieben bis acht Jahren veraltet sind. Die Wissenschaft hat einen Stand erreicht, bei dem sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse nach zehn Jahren verdoppeln. In Auswirkung dieser Fortschritte verkürzt sich der Zeitraum zwischen der Produktion von neuen Erzeugnissen in der zeitlichen Folge ständig.

Als neue Erzeugnisse gelten Weiterentwicklungen und technische Neuheiten, die erstmalig auf den Markt kommen und sich in Konstruktion, Dimension, Masse, Formgebung und ähnlichem von bisherigen Erzeugnissen unterscheiden [1]. An ein neues Erzeugnis wird die Forderung gestellt, einen wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu erzielen, d. h., es muß einen ökonomischen Nutzen für den Anwender bringen. Ein wissenschaftlich-technischer Fortschritt wird durch ein neues Erzeugnis im Vergleich zu dem vorher eingesetzten Erzeugnis, das den gleichen Verwendungszweck erfüllte, nur dann erzielt, wenn der Gebrauchswert schneller als der Grundpreis steigt. Diese Gesetzmäßigkeit ergibt sich aus dem ökonomischen Gesetz der stetigen Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Der Gebrauchswert eines Erzeugnisses ist die Grundlage für die ökonomische Nutzeffektberechnung. Nach SCHULZE [2] wird der Gebrauchswert eines Erzeugnisses wie folgt definiert:

„Der Gebrauchswert ist die Summe aller technischen und wirtschaftlichen Eigenschaften eines Erzeugnisses, die als

Werturteil dem Anwender die Wahl eines Erzeugnisses erleichtern und dem Konstrukteur gegebenenfalls Wege zur Verbesserung und weiteren Entwicklung aufzeigen.“

Aus dem Gebrauchswert soll der Anwender den wirtschaftlichen und arbeitswirtschaftlichen Wert eines Erzeugnisses für seine Verhältnisse ableiten können. Die Wirtschaftlichkeit kann durch eine Nutzeffektberechnung nachgewiesen werden. Um festzustellen, wie sich bei einem neuen Erzeugnis der Gebrauchswert geändert hat, muß man ein vorheriges Vergleichserzeugnis mit dem gleichen Verwendungszweck heranziehen.

Es wird hier von Erzeugnissen gesprochen, die den gleichen Verwendungszweck haben müssen, um vergleichbar zu sein. Grundgedanke ist dabei, daß Erzeugnisse mit gleichem Verwendungszweck grundsätzlich über den Wirtschaftlichkeitsnachweis vergleichbar sind, ganz gleich, ob sie ähnlich bzw. gleichartig sind. Als ähnliche Erzeugnisse werden hierbei technische Neuheiten und als gleichartig technische Weiterentwicklungen verstanden.

Wie man den ökonomischen Nutzen einer neuen Landmaschine ermitteln kann, soll Gegenstand folgender Betrachtungen sein. Die dabei anfallenden Ergebnisse sollen gleichzeitig eine praktische Anleitung für die Ermittlung des ökonomischen Nutzeffekts von neuen Landmaschinen geben.

### 2. Die ökonomische Nutzeffektberechnung

Durch die Berechnung des ökonomischen Nutzeffekts wird der höhere ökonomische Nutzen ermittelt, der mit dem neuen Erzeugnis durch seinen höheren Gebrauchswert gegen-

über dem Vergleichserzeugnis erzielt wird. Bei der Nutzeffektberechnung müssen sämtliche Faktoren berücksichtigt werden, die den Nutzen einer Landmaschine beeinflussen. Tafel 1 zeigt zusammenfassend alle Einflußfaktoren des ökonomischen Nutzens.

Bei der Nutzeffektberechnung von Landmaschinen müssen die Kosten je Hektar des Erzeugnisses einschließlich Energiekosten, die Größe der Hektarfläche — die das Erzeugnis auf Grund seiner Tagesleistung in einer bestimmten agrotechnischen Zeitspanne im Jahr bearbeiten, pflegen oder ernten kann — und die technische Nutzungsdauer unter Berücksichtigung des moralischen Verschleißes ermittelt werden. Die Kosten je Hektar setzen sich aus Lohnkosten für die Bedienung, Energiekosten und Maschinenkosten zusammen. Durch Einsparungen bei diesen Kostenelementen ist einmal eine Nutzenerhöhung möglich. Zum anderen kann der ökonomische Nutzen durch die Verbesserung der Qualitätskennziffern erhöht werden (Qualitätskennziffern sind z. B. bei einem Kartoffelsammelroder die Kennziffern Beschädigung, Verluste und Schmutzanteil).

Damit ergibt sich der höhere Gesamtnutzen für eine neue Landmaschine wie folgt:

$$N_h = (N_{hL} + N_{hE} + N_{hM} + N_{hQ}) \cdot E_F \cdot N_t \text{ [M]}$$

Darin sind:

$N_{hL}$  höherer Nutzen durch Lohnkosteneinsparungen [M/ha]

$N_{hE}$  höherer Nutzen durch Energiekosteneinsparungen [M/ha]

$N_{hM}$  höherer Nutzen durch Maschinenkosteneinsparungen [M/ha]

$N_{hQ}$  höherer Nutzen durch Verbesserung der Qualitätskennziffern [M/ha]

$E_F$  Einsatz- bzw. Kampagnenfläche [ha/Jahr]

$N_t$  technische Nutzungsdauer [Jahre]

### 2.1. Die Lohnkosteneinsparungen

Die Lohnkosten sind von der Kennziffer Arbeitskräftestunden je Hektar abhängig und können wie folgt errechnet werden:

$$K_L = n_{AK} \cdot A_L \cdot \frac{1}{S_L} \text{ [M/ha]}$$

Es bedeuten

$K_L$  Lohnkosten [M/ha]

$n_{AK}$  Anzahl der Arbeitskräfte

$A_L$  Arbeitslohn einer Arbeitskraft [M/h]

$S_L$  Stundenleistung des Erzeugnisses [ha/h]

In Tafel 2 sind die Lohnkosten je Hektar bei verschiedenen Tagesleistungen einer Landmaschine und unterschiedlicher Anzahl an Arbeitskräften bei einem Durchschnittslohn einer Arbeitskraft von 2 M/h ausgewiesen.

Bild 1 zeigt die Abhängigkeit der in Tafel 2 errechneten Lohnkosten von der Stundenleistung und der Anzahl der Arbeitskräfte.

Aus dieser graphischen Darstellung erkennt man, daß die Lohnkosten mit zunehmender Stundenleistung degressiv abnehmen. Lohnkosteneinsparungen sind also einmal durch Einsparung von Arbeitskräften und zum anderen durch die Leistungssteigerung des Erzeugnisses möglich.

Der höhere Nutzen ergibt sich aus der Differenz zwischen den Lohnkosten des neuen und des Vergleichserzeugnisses.

$$N_{hL} = K_{L0} - K_{L1} \text{ [M/ha]}$$

Es bedeuten

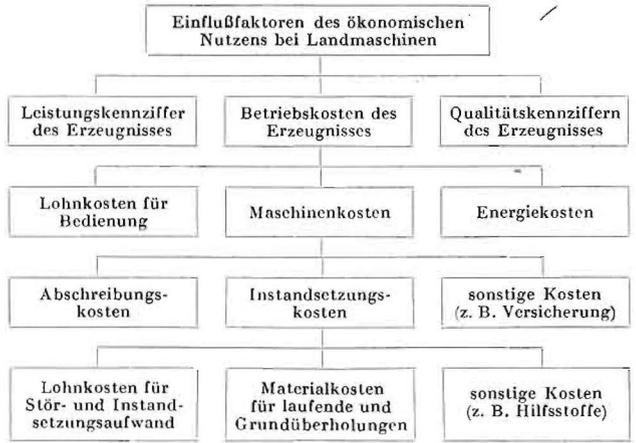
$K_{L0}$  Lohnkosten des Vergleichserzeugnisses [M/ha]

$K_{L1}$  Lohnkosten des neuen Erzeugnisses [M/ha]

### 2.2. Die Energiekosteneinsparungen

Da es nicht nur Landmaschinen mit Traktorenzug, sondern auch selbstfahrende Landmaschinen mit fest eingebautem

Tafel 1



Tafel 2. Lohnkosten je Hektar bei verschiedener Tagesleistung und Anzahl von Arbeitskräften

Leistung ha/h	Anzahl der Arbeitskräfte					
	1	2	3	5	7	9
0,1	20	40	60	100	140	180
0,2	10	20	30	50	70	90
0,3	6,66	13,4	20	33,3	46,6	60,3
0,4	5	10	15	25	35	45
0,5	4	8	12	20	28	36
0,6	3,33	6,66	10	16,7	23,3	30
0,7	2,86	5,72	8,6	14,3	20	25,8
0,8	2,5	5	7,5	12,5	17,5	22,5
0,9	2,22	4,44	6,66	11,1	15,5	20
1	2	4	6	10	14	18

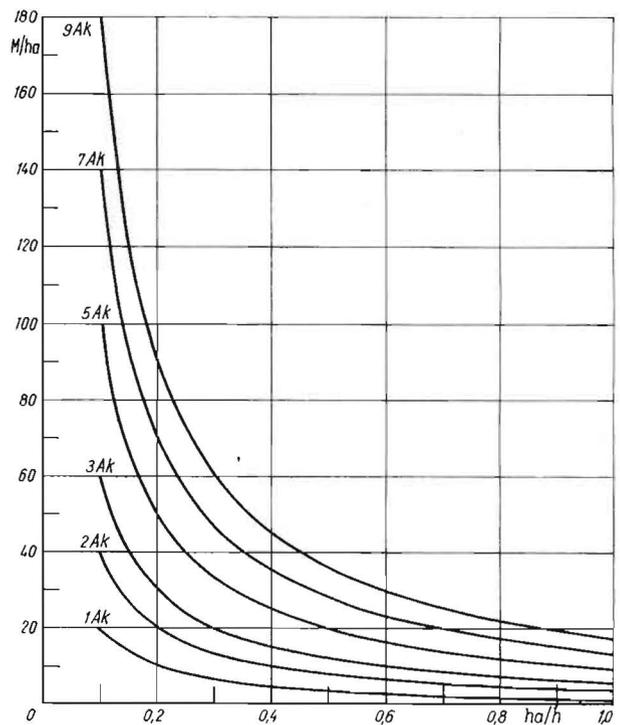


Bild 1. Abhängigkeit der Lohnkosten je Hektar von der Tagesleistung und der Anzahl der Arbeitskräfte

Motor gibt, können sich diesbezüglich folgende Vergleichsfälle ergeben:

- Das neue und das Vergleichserzeugnis sind Landmaschinen mit Traktorenzug;
- das neue Erzeugnis ist eine selbstfahrende Landmaschine und das Vergleichserzeugnis eine Landmaschine mit Traktorenzug;
- das neue und das Vergleichserzeugnis sind selbstfahrende Landmaschinen.

Bei b) ist folgendes zu beachten. Es ergibt sich hier die Frage, ob man Traktorenkosten und Motorenkosten der selbstfahrenden Maschine so ohne weiteres gegenüberstellen kann. Da eine selbstfahrende Maschine teurer als die gleiche mit Traktorenzug ist, muß der ökonomische Nutzen dementsprechend auch höher sein. Dieser höhere ökonomische Nutzen wird durch die geringeren Motorenkosten des Selbst-

fahrs gegenüber den Traktorenkosten und durch die höhere Leistung eines Selbstfahrers gegenüber der gleichen Maschine mit Traktorenzug erzielt. Da Traktoren- und Motorenkosten beide von der PS-Kennziffer und der Stundenleistung der Maschine abhängig sind und auch ein höherer ökonomischer Nutzen ausgewiesen werden muß, kann man Traktoren- und Motorenkosten gegenüberstellen.

Die Energiekosten können wie folgt errechnet werden:

$$K_E = T_K \cdot \frac{1}{S_L} \text{ [M/ha]}$$

Darin sind

$K_E$  Energiekosten [M/ha]

$T_K$  Traktoren- bzw. Motorenstundenkosten [M/h]

In Tafel 3 sind die Traktorenkosten bei verschiedener Stundenleistung und unterschiedlicher PS-Kennziffer bei einem Durchschnittswert von 0,178 M/PS<sub>h</sub> [3] ausgewiesen. Bild 2 zeigt die Abhängigkeit der in Tafel 3 errechneten Traktorenkosten von der Stundenleistung und der PS-Kennziffer.

Man erkennt daraus, daß die Traktorenkosten mit zunehmender Stundenleistung degressiv abnehmen. Diese Feststellung gilt analog auch für Motorenkosten.

Bei neuen Erzeugnissen steigt im allgemeinen die PS-Kennziffer, wodurch sich bei unveränderter Leistung des Erzeugnisses eine Kostenerhöhung je Hektar ergeben würde. Da jedoch auch die Leistung steigt, kann diese Kostenerhöhung kompensiert werden bzw. es ist sogar eine Kostensenkung möglich.

Der höhere Nutzen ergibt sich aus der Differenz zwischen den Energiekosten des neuen und des Vergleichserzeugnisses.

$$N_{hE} = K_{E0} - K_{E1} \text{ [M/ha]}$$

Darin sind

$K_{E0}$  Energiekosten des Vergleichserzeugnisses [M/ha]

$K_{E1}$  Energiekosten des neuen Erzeugnisses [M/ha]

Tafel 3. Traktorenkosten je Hektar bei verschiedenen Tagesleistungen und PS-Kennziffern

Leistung ha/h	PS-Kennziffern PS				
	36	45	60 M/ha	80	100
0,1	64	80	107	142	178
0,2	32	40	53,5	71	89
0,3	21,3	26,8	35,6	47,2	59,2
0,4	16	20	26,7	35,4	44,5
0,5	12,8	16	21,4	28,4	35,6
0,6	10,7	13,3	17,8	23,7	29,7
0,7	9,2	11,4	15,3	20,3	25,4
0,8	8	10	13,4	17,7	22,2
0,9	7,1	8,9	11,9	15,7	19,8
1	6,4	8	10,7	14,2	17,8

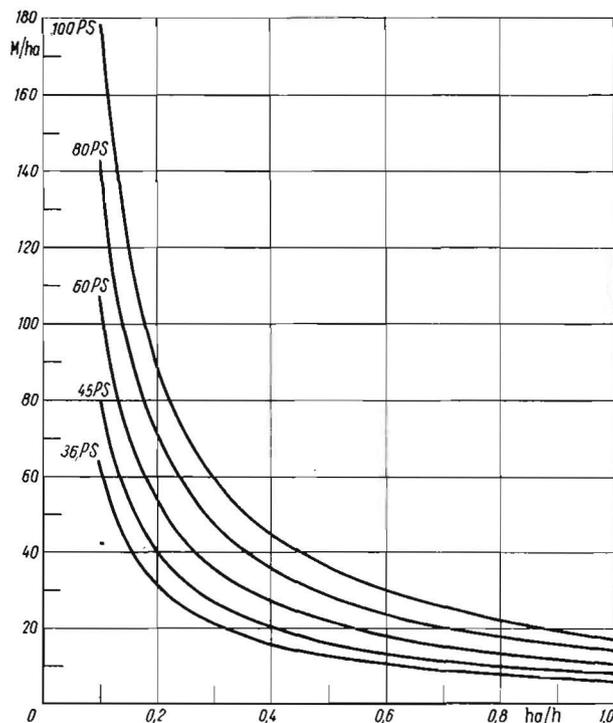


Bild 2. Abhängigkeit der Traktorenkosten je Hektar von der Stundenleistung und der PS-Kennziffer

### 2.3. Die Maschinenkosteneinsparungen

Die Maschinenkosten setzen sich zusammen aus

- Abschreibungskosten,
- Lohnkosten für Stör- und Instandsetzungsaufwand,
- Materialkosten für laufende und Grundüberholungen,
- Kosten für Schmier- und andere Hilfsstoffe sowie
- Kosten für Unterbringung und Versicherung.

Die Lohnkosten für Stör- und Instandsetzungsaufwand und die Materialkosten für laufende und Grundüberholungen werden zusammengefaßt als Instandsetzungskosten bezeichnet.

Die Kosten für Schmier- und andere Hilfsstoffe und für Unterbringung und Versicherung sollen hier vernachlässigt werden, da sie kaum einen Einfluß auf eine Nutzungsänderung haben.

Die Maschinenkosten können somit wie folgt errechnet werden:

$$K_M = K_A + K_R \text{ [M/ha]}$$

Es bedeuten

$K_M$  Maschinenkosten [M/ha]

$K_R$  Instandsetzungskosten [M/ha]

$K_A$  Abschreibungskosten [M/ha]

Grundsätzlich gilt als Bedingung für die Erreichung eines wissenschaftlich-technischen Fortschritts, daß die Maschinenkosten diesen nicht negativ beeinflussen dürfen. Die Nutzenerhöhung, die man durch eine Leistungssteigerung, die Verringerung von Arbeitskräften, die Verringerung der Energiekosten und Verbesserung der Qualitätskennziffern erzielen kann, würde sich bei erhöhten Maschinenkosten mindern. Einer Erhöhung der Maschinenkosten kann nur entgegengewirkt werden, wenn ein Anstieg der Abschrei-

bungskosten je Hektar durch sinkende Instandhaltungskosten je Hektar kompensiert wird. Eine relative Senkung der Maschinenkosten ist möglich, wenn die Instandsetzungskosten bei gleichbleibenden Abschreibungskosten sinken bzw. bei erhöhten Abschreibungskosten so sinken, daß eine Überkompensation erreicht wird. Die Abschreibungskosten können wie folgt errechnet werden:

$$K_A = \frac{P_I}{N_t \cdot E_F} [M/ha]$$

Darin ist

$P_I$  Industrieabgabepreis [M/ha]

Sinkende Abschreibungskosten wurden in vorherigen Ausführungen aus folgenden Gründen nicht in Betracht gezogen. Die jährlichen Abschreibungskosten werden im Normalfall bei neuen Maschinen ansteigen, was durch die Erhöhung des Preises bei gleichbleibender bzw. bei geringerer technischer Lebensdauer bedingt ist. Die Bedeutung der Erhöhung des Abschreibungssatzes durch die Verkürzung der technischen Nutzungsdauer liegt darin, daß dem moralischen Verschleiß entgegengetreten werden kann und der Benutzer in der Lage ist, zu einem früheren Zeitpunkt ein neues Erzeugnis zu kaufen. Bezogen auf die Abschreibungskosten je Hektar kann sich folgendes ergeben:

- die Kosten je Hektar erhöhen sich, wenn der Preis im Verhältnis zur Einsatzfläche bei unveränderter technischer Nutzungsdauer progressiv ansteigt;
- die Kosten je Hektar erhöhen sich, wenn der Preis im Verhältnis zur Einsatzfläche bei Verkürzung der technischen Nutzungsdauer proportional bzw. progressiv ansteigt;
- die Kosten je Hektar bleiben konstant, wenn der Preis im Verhältnis zur Einsatzfläche bei unveränderter Nutzungsdauer proportional ansteigt.

Für neue Landmaschinen wird b) der Regelfall sein, da der moralische Verschleiß durch die progressive Entwicklung immer stärker in Erscheinung tritt.

Somit ergibt sich die Notwendigkeit, die Instandsetzungskosten relativ zu senken. Da diese Kosten für ein neues Erzeugnis dem Benutzer zunächst noch nicht bekannt sind, müssen diese als Prozentwert vom Industrieabgabepreis bzw. in M/ha vom Herstellerbetrieb angegeben werden.

Der höhere Nutzen ergibt sich aus der Differenz zwischen den Maschinenkosten des neuen und des Vergleichserzeugnisses.

$$N_{HM} = K_{M0} - K_{M1}$$

Es bedeuten

$K_{M0}$  Maschinenkosten des Vergleichserzeugnisses [M/ha]

$K_{M1}$  Maschinenkosten des neuen Erzeugnisses [M/ha]

#### 2.4. Die Nutzenerhöhung durch Verbesserung der Qualitätskennziffern

Jede Verbesserung der Qualitätskennziffern bei einem neuen Erzeugnis führt zur Erhöhung des ökonomischen Nutzens. So wird z. B. bei einer Erntemaschine ein höherer Nutzen durch die Verbesserung der Verlustkennziffern erzielt.

Jedes Erzeugnis hat seine speziellen Qualitätskennziffern, weshalb man hier keinen generellen mathematischen Lösungsweg aufzeigen kann. Der Nutzen muß zunächst im M-Betrag/Jahr ausgewiesen werden. Dann erfolgt die Umrechnung in M/ha wie folgt:

$$N_{hQ} = \frac{N_Q}{E_F} [M/ha]$$

wobei

$N_Q$  Nutzen durch Verbesserung der Qualitätskennziffern [M/Jahr]

bedeutet.

### 3. Schlußbetrachtung

Diese Nutzeffektsberechnung ist bei allen Weiterentwicklungen und technischen Neuheiten, die im Vergleich zu den bisherigen Erzeugnissen den gleichen Verwendungszweck haben, durchführbar. Sie ist aber auch bei einer technischen Neuheit, durch die der Verwendungszweck im Vergleich zum jetzigen Erzeugnis erweitert wird, anwendbar. Dies wäre bei Universalmaschinen der Fall. Hier muß man folgendes berücksichtigen: Erzeugnisse, deren Arbeitsoperationen ganz oder teilweise durch die Universalmaschine übernommen werden, können wegfallen oder vereinfacht werden. Der durch diese Erzeugnisse erzielte ökonomische Gesamt- bzw. Teilnutzen muß auf die Universalmaschine übertragen werden.

Geht man davon aus, daß ein Erzeugnis entwickelt wurde, wofür vorher noch kein Erzeugnis existierte und reine Handarbeit vorherrschte, so kann man durch die Nutzeffektsberechnung feststellen, welchen wissenschaftlich-technischen Fortschritt das neue Erzeugnis gegenüber der reinen Handarbeit erbringt.

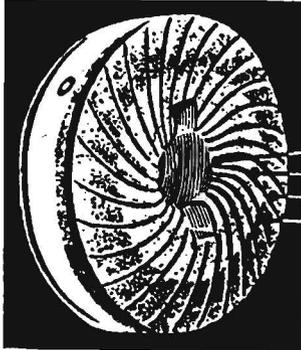
Die Problematik bei der Ermittlung des höheren ökonomischen Nutzens einer neuen Landmaschine liegt darin, daß technische und ökonomische Parameter auf Grund der verschiedenartigsten Bedingungen in der Landwirtschaft auch unterschiedlich wirken können. Die quantifizierbaren Einflußfaktoren des ökonomischen Nutzens müssen deshalb Mittelwerte sein.

#### Literatur

- [1] SCHAUER: Ökonomisch begründete Preisrelationen. Verlag Die Wirtschaft, Berlin 1965, Heft 8
- [2] SCHULZE: Technische Probleme der Prüfungsmethoden bei der Ermittlung des Gebrauchswertes. Landtechnische Forschung, Helmut-Neureuter-Verlag, München (1962) H. 4
- [3] Technologische Arbeitskarten der LPG Sönitz, Kr. Meißen, 1966

A 7396

# ORANO



**Mühlensleine**  
in allen Größen

Mit

- weichem Herzstück
- Vorschrotbahn
- Feinmahlbahn und
- halbweicher Luftfurche

**Deshalb der Schrotstein von höchster Leistung**

Folgende Referenzen geben Auskunft über Vorteile und Wirtschaftlichkeit

1. Tzscheutschler, J., Mühle, 9501 Schlunzig ü/Zwickau
2. LPG „Ernst Thälmann“, 3501 Badingen ü/Stendal
3. Behrens, Günther, Hagenmühle, 3601 Berfel ü/Halberstadt
4. LPG Mischfutterwerk, 7291 Neußen ü/Torgau
5. Birkhan, Karl, KG., Mühle, 4321 Drohndorf ü/Aschersleben

Ich übernehme das Belegen Ihrer Schälmäntel u. Schläger, ferner das Schärfen Ihrer Mühlsteine und liefere Picken und Kraushämmer!

**ORANO-MÜHLENBAU (13)**  
Norbert Zwingmann, Mühlenbaumeister  
5821 Thamsbrück/Thür.