wird. Läßt sich ein großer Teil der Arbeiten im Zweischichteinsatz durchführen, wird man die kostengünstigste Variante auswählen; es arbeiten dann hauptsächlich die Aggregate, deren Einsatz die geringsten Kosten verursacht. Wird der Zweischichteinsatz durch andere Faktoren begrenzt, ist mit einer ungünstigeren Lösung zu planen.

Der Verbrauch an Arbeitskraftschichten für die Kostenminimierung und die Leistungsmaximierung ist aus Bild 4 ersichtlich.

Vergleichen wir die Verfahrenskosten, so ergeben sich die in Tafel 2 festgehaltenen Relationen.

Der ausgewiesenen Kosteneinsparung von 22 % stehen 80 min Rechenzeit aus dem Rechenautomaten ZRA 1 mit 214,— M und die Kosten für die Vorbereitung und Auswertung der Planungsrechnung gegenüber.

Die Ergebnisse aus den Berechnungen mit Hilfe der parametrischen linearen Optimierung nach zwei Zielfunktionen sind in Bild 5 zusammengefaßt dargestellt.

6. Schlußfolgerungen

Vom Kooperationsrat wird nach Berechnung des Kampagneplans mit Hilfe der parametrischen linearen Optimierung geprüft, welche Optimallösung wenig Kosten verursacht und ob sie den gegebenen Bedingungen im Kooperationsbereich (Maschinenkapazität u. a.) entspricht.

Nach Unterstellung von Nebenbedingungen (z. B. Zweischichteinsatz der Traktoren zu 50 % bei Parameterbereich $\lambda = 155$) und Auswahl einer Optimallösung kann sofort abgelesen werden, wieviel Schichten insgesamt (Bild 2) und wieviel Arbeitskraftschichten (Bild 5) erforderlich sind.

Durch die Gegenüberstellung der Kosten für die Leistungsmaximierung zu denen der Kostenminimierung (Bild 5) werden dem Leitungskollektiv Entscheidungshilfen gegeben. Von ihm ist nun zu entscheiden, nach welcher Lösungsvariante während der Kampagne gearbeitet wird.

7. Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird ein Modell für die Planung des Arbeitskräfte- und Maschineneinsatzes während einer Kampagne beschrieben. Mit Hilfe der Methode der parametrischen linearen Optimierung werden mehrere Optimallösungen ermittelt und nach verschiedenen Kriterien ausgewertet. Es wird gezeigt, daß durch die Variantenrechnung den Leitern Entscheidungshilfen gegeben werden, durch die sie optimale Kampagnepläne für den Arbeitskräfte- und Maschineneinsatz ausarbeiten können.

Literatur

[1] HERRMANN, K.: In der Schule der Kooperation. Landwirtschaftsausstellung der DDR, Leipzig-Markkleeberg 1968, Heft 1

[2] SCHMIDT, A.: Rationeller Maschineneinsatz für die Frühjahrsbestellung durch Optimierung mit Hilfe einer Näherungsmethode. Feldwirtschaft (1968) H. 3, S. 108 bis 110

[3] ROTH, H. / A. ANTON / O. BEYSE: Agrotechnische Zeitspannen und verfügbare Zeiten für die Feldarbeit. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1961

[4] EBERHARD, M. / G. MÄTZOLD / E. ZIMMERMANN: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1967

[5] KREUTZBERGER, O.: ZRA 1-Programm zur parametrischen linearen Optimierung. Institut für Numerische Mathematik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg 1967

[6] SCHMUNTZSCH, S.: Methodische Untersuchungen zur parametrischen Optimierung. Agrarökonomik (1966) H. 9

A 7371

Zur Bestimmung des Gewichts veränderlicher Einflußgrößen

Dr. E. FLEISCHER *

Sowohl im technischen als auch im ökonomischen Bereich gibt es eine Vielzahl polyfaktorieller Zusammenhänge, d. h. Zuordnungen, denen gemeinsam ist, daß eine bestimmte abhängig veränderliche Größe y als Funktion mehrerer unabhängig veränderlicher Größen $x_1, x_2, \dots, x_n$ begriffen wird. Solche Funktionen mehrerer unabhängiger Veränderlicher führen häufig zu der Frage, wie groß das jeweilige Gewicht ist, mit dem innerhalb des gegebenen deterministischen Zuordnungsmodells $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ die Argumente $x_1, x_2, \dots, x_n$ auf die Funktion y einwirken.

Auf arbeitsökonomisch-technologischem Gebiet zeigt sich der heuristische Wert einer möglichst genauen Beantwortung dieser Frage darin, daß der Erfolg einer jeden arbeitswirtschaftlichen Rationalisierung dann am größten sein wird, wenn sie sich zunächst der Änderung jener arbeitzeitbeeinflussenden Faktoren zuwendet, die sich durch ein vergleichsweise großes arbeitswirtschaftliches Gewicht auszeichnen. Beispielsweise ist es wichtig zu wissen, ob auf die Senkung des Arbeitszeitbedarfs transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren die Fahrgeschwindigkeit oder die Nutzlast von größerem Einfluß ist, ob man also die Fahrzeuge vorrangig auf höhere Geschwindigkeiten oder auf größere Nutzlasten auslegen soll. Auf dem bisherigen, zumeist durch Empirie und Intuition bestimmten Wege lassen sich Fragen dieser Art jedoch nicht zuverlässig und wissenschaftlich einwandfrei beantworten.

* Institut für Arbeitsökonomik der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (Direktor: Prof. Dr. A. BAIL)

Die partielle Differentiation

dagegen ermöglicht eine exakte Beantwortung dieser Fragen. Davon ausgehend, daß die abhängige Veränderliche eine Funktion mehrerer unabhängiger Veränderlicher sei, setzt dieser Weg zweierlei voraus:

1. Es muß ein analytischer Ausdruck bekannt sein, d. h. eine aus unabhängigen Veränderlichen und konstanten Zahlen irgendwie zusammengesetzte Zuordnungsvorschrift, mit deren Hilfe der Wert der Funktion durch den Wert der unabhängigen Veränderlichen eindeutig bestimmt wird, also eine Rechenvorschrift, die jedem Wertesystem $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ der Argumente $x_1, x_2, \dots, x_n$ einen bestimmten Funktionswert zuordnet.
2. Die Funktion muß in ihrem Definitionsbereich stetig und differenzierbar sein.

Beide Voraussetzungen treffen für die im folgenden zur Demonstration unserer Methode analysierten Arbeitszeitfunktionen zu. Die betreffenden Ausdrücke gehören den rationalen Funktionen an, sind also an allen Stellen ihrer Argumente differenzierbar, sofern jene Stellen ausgeschlossen bleiben, an denen der Nenner gleich Null ist.

Der methodisch entscheidende Schritt von der Bildung der partiellen Differentialquotienten, d. h. von der Bestimmung des „partiellen Änderungsbestrebens" einer Funktion mehrerer Veränderlicher zur Quantifizierung des Gewichts dieser Veränderlichen, besteht in folgendem

Rechenverfahren

Die Differentiale der unabhängigen Veränderlichen, d. h. die $dx_1, dx_2, \ldots, dx_n$ der Funktion $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ sind einheitlich mit einem gewissen Bruchteil des für diese Variablen unterstellten Wertes (je nach Konvention z. B. 1% des betreffenden Argumentwertes) vorzugeben und mit den zugeordneten partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial y}{\partial x_1}, \frac{\partial y}{\partial x_2}, \ldots \frac{\partial y}{\partial x_n}$ zu multiplizieren. Man erhält sodann die partiellen Differentiale der Funktion $dy_{x_1}, dy_{x_2}, \ldots, dy_{x_n}$, deren numerischer Wert das Gewicht der unabhängigen Veränderlichen zum Ausdruck bringt.

Das Gewicht der Argumente $x_1, x_2, \ldots, x_n$ in bezug auf die Funktion $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ identifizieren wir also mit der differentiellen Schreibweise der partiellen Differentialquotienten, d. h. mit

$$dy_{x_1} = \frac{\partial y}{\partial x_1} \cdot dx_1$$

$$dy_{x_2} = \frac{\partial y}{\partial x_2} \cdot dx_2$$

$$\vdots$$

$$dy_{x_n} = \frac{\partial y}{\partial x_n} \cdot dx_n,$$

sofern $\frac{dx_1}{x_1} = \frac{dx_2}{x_2} = \ldots = \frac{dx_n}{x_n}$.

Durch das Operieren mit relativ gleichen Argumentänderungen werden wir hierbei von den heterogenen Dimensionen der einzelnen Argumente unabhängig und gewährleisten damit die Vergleichbarkeit.

Zur Prüfung der wichtigen Frage, ob die auf diese Weise für ein bestimmtes Wertesystem berechnete Rangfolge des Gewichts der einzelnen Argumente für den gesamten Definitionsbereich der Funktion zutrifft oder ob einzelne Veränderliche die Plätze wechseln können, haben wir ein besonderes Prüfverfahren entwickelt [1], das darzulegen hier jedoch zu weit führen würde.

Anwendung des Verfahrens

Als praktisches Beispiel zur Erläuterung unseres Rechenverfahrens und der mit seiner Hilfe erzielbaren Ergebnisse sollen die Arbeitszeitfunktionen zweier transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren analysiert werden, und zwar die Arbeitszeitfunktion für

1. die vollmechanisierte Stalldungausbringung mit Lader T 172 und Mehrzweckanhänger T 087 oder einem ähnlichen Maschinensystem (Verfahren V_m) und
2. die Gülleausbringung mit dem fremdbefüllten Gülletankwagen TE 4 F oder einem ähnlichen Maschinensystem (Verfahren V_g).

Wie gewinnt man zunächst die entsprechenden analytischen Ausdrücke? Auf der analytisch-rechnerischen Methode der Leistungsnormung aufbauend und diese zugleich in ein Modell der Zuordnung von Arbeitszeitbedarf und unabhängig veränderlichen Arbeitsbedingungen weiterentwickelnd, ergibt sich für die Normzeit T_{06} beliebig spezieller einstufiger landwirtschaftlicher Transportaufgaben folgender allgemeiner Ausdruck [2]:

$$T_{06} = \frac{Q}{60\,N} \cdot \frac{S}{S-T_6} \left\{1{,}05 \left[\left(\frac{N}{l_1} + T_{2\mathrm{L1}}\right) \cdot Z_{\mathrm{L1}} + \left(\frac{120\,E}{V} + T_{2\mathrm{F}}\right) \cdot Z_{\mathrm{F}} + \left(\frac{N}{l_2} + T_{2\mathrm{L2}}\right) \cdot Z_{\mathrm{L2}}\right] + T_3\right\} \quad [\mathrm{Akh/ha}] \qquad (1)$$

Hierin bedeuten

Q	umzuschlagende Transportmasse in dt/ha
N	Nutzlast je Transporteinheit TE in dt/TE
E	Feldentfernung bzw. Wegstrecke zwischen den Orten der Be- und Entladung in km/TE
V	mittlere Transportgeschwindigkeit für Hin- und Rückfahrt in der Grundzeit in km/h
l_1	Beladeleistung in der Grundzeit in dt/min
l_2	Entladeleistung in der Grundzeit in dt/min
$T_{2\mathrm{L1}}$	Hilfszeit T_2 beim Beladen einer TE in min/TE
$T_{2\mathrm{F}}$	Hilfszeit T_2 beim Fahren einer TE in min/TE
$T_{2\mathrm{L2}}$	Hilfszeit T_2 beim Entladen einer TE in min/TE
Z_{L1}	Anzahl der Ak für das Beladen einer TE
Z_{F}	Anzahl der Ak für das Fahren einer TE
Z_{L2}	Anzahl der Ak für das Entladen einer TE
T_3	Einstell- und Wartungszeit je Stück in Akmin/TE
S	Schichtzeit in min bzw. Akmin
T_6	Vorbereitungs-, Abschluß- und Wegezeit in min bzw. Akmin.

Welcher Weg führt nun von der allgemeinen Beziehung (1) zu den Arbeitszeitfunktionen der Verfahren V_m und V_g? Für beide Verfahren werden übereinstimmend $S = 480$ und $T_6 = 60$ angenommen. Ferner sind, wie sich durch Arbeits- und Zeitstudien zeigen läßt, einige in (1) als frei wählbare, unabhängig veränderliche Größen behandelte Arbeitsbedingungen bei den Verfahren V_m und V_g auf bestimmte technisch oder verfahrenstechnisch bedingte Werte festgelegt, und zwar ist

für V_m $T_{2\mathrm{L1}} = 0$, $T_{2\mathrm{F}} = 0$, $T_{2\mathrm{L2}} = 0{,}3$,
$Z_{\mathrm{L1}} = 3$, $Z_{\mathrm{F}} = 1$, $Z_{\mathrm{L2}} = 1$
$T_3 = 1$ und

für V_g $T_{2\mathrm{L1}} = 0{,}7$, $T_{2\mathrm{F}} = 0$, $T_{2\mathrm{L2}} = 0$,
$Z_{\mathrm{L1}} = 1$, $Z_{\mathrm{F}} = 1$, $Z_{\mathrm{L2}} = 1$,
$T_3 = 0{,}8$.

Schließlich müssen wir noch berücksichtigen, daß Transportmasse Q sowie Be- und Entladeleistung l_1 und l_2 bei V_g auf einem höheren numerischen Niveau als bei V_m variieren, so daß sich bei diesen Veränderlichen eine Unterscheidung mit Hilfe der Indizes m[1] und g[1] notwendig macht. Stellen wir all dies in Rechnung, so geht unsere Grundformel (1) für die Verfahren V_m und V_g in folgende spezielle Arbeitszeitfunktionen über:

$$T_{06\mathrm{m}} = 0{,}02\,Q_{\mathrm{m}} \left(\frac{120\,\frac{E}{V} + 1{,}26}{N} + \frac{3}{l_{1\mathrm{m}}} + \frac{1}{l_{2\mathrm{m}}}\right) [\mathrm{Akh/ha}] \quad (2)$$

$$T_{06\mathrm{g}} = 0{,}02\,Q_{\mathrm{g}} \left(\frac{120\,\frac{E}{V} + 1{,}76}{N} + \frac{1}{l_{1\mathrm{g}}} + \frac{1}{l_{2\mathrm{g}}}\right) [\mathrm{Akh/ha}] \quad (3)$$

Kehren wir nunmehr zu dem eingangs genannten Problem zurück, das in bezug auf unser praktisches Beispiel auf die Frage hinausläuft, wie groß der spezifische Einfluß ist, den die einzelnen veränderlichen Arbeitsbedingungen, wie Transportmasse, Nutzlast, Entfernung, Geschwindigkeit sowie Be- und Entladeleistung, auf die Normzeit der Verfahren V_m und V_g ausüben. Der methodische Ausgangspunkt zur Beantwortung dieser Frage besteht in der partiellen Differentiation der Funktionen (2) und (3). Aus Platzgründen müssen wir hier auf eine Wiedergabe der partiellen Ableitungen verzichten und werden uns im übrigen auf ein repräsentatives Wertesystem beschränken.

[1] m = Mist, g = Gülle

Tafel 1. Arbeitszeitfunktion für die vollmechanisierte Stalldungausbringung (T 087, T 172)

$$T_{06m} = 0{,}02\,Q_m \left(\frac{120\,\frac{E}{V} + 1{,}26}{N} + \frac{3}{l_{1m}} + \frac{1}{l_{2m}} \right) \quad [\text{Akh/ha}] \qquad (2)$$

1. Repräsentatives Wertesystem: Q_m = 240 dt/ha, V = 12 km/h
   N = 40 dt/TE, l_{1m} = 5 dt/min
   E = 2 km/TE, l_{2m} = 6 dt/min
2. Repräsentativer Funktionswert: T_{06m} = *6,23* Akh/ha
3. Argumentdifferentiale: $\frac{dQ_m}{Q_m} = \frac{dN}{N} = \frac{dE}{E} = \frac{dV}{V} \frac{dl_{1m}}{l_{1m}} = \frac{dl_{2m}}{l_{2m}} = 0{,}01$
4. Partielle Funktionsdifferentiale:

$dT_{06m;\,Q_m}$ = 0,0623 Akh/ha = *1,00* % von 6,23 Akh/ha
$dT_{06m;\,N}$ = – 0,0255 Akh/ha = – 0,41 % von 6,23 Akh/ha
$dT_{06m;\,E}$ = 0,0240 Akh/ha = *0,39* % von 6,23 Akh/ha
$dT_{06m;\,V}$ = – 0,0240 Akh/ha = – *0,39* % von 6,23 Akh/ha
$dT_{06m;\,l_{1m}}$ = – 0,0288 Akh/ha = – *0,45* % von 6,23 Akh/ha
$dT_{06m;\,l_{2m}}$ = – 0,0080 Akh/ha = – *0,13* % von 6,23 Akh/ha

5. Rangfolge der partiellen Differentiale von T_{06m} (in abgekürzter Schreibweise, d. h. anstatt $dT_{06m;\,Q_m}$ nur Q_m usw.):

$$|Q_m| > |l_{1m}| > |N| > |E| = |V| > |l_{2m}|$$

Tafel 2. Arbeitszeitfunktion für die vollmechanisierte Gülleausbringung (TE 4 F, fremdbefüllt)

$$T_{06g} = 0{,}02\,Q_g \left(\frac{120\,\frac{E}{V} + 1{,}76}{N} + \frac{1}{l_{1g}} + \frac{1}{l_{2g}} \right) \quad [\text{Akh/ha}] \qquad (3)$$

1. Repräsentatives Wertesystem: Q_g = 335 dt/ha, V = 12 km/h
   N = 40 dt/TE, l_{1g} = 10 dt/min
   E = 2 km/TE, l_{2g} = 15 dt/min
2. Repräsentativer Funktionswert: T_{06g} = *4,78* Akh/ha
3. Argumentdifferentiale: $\frac{dQ_g}{Q_g} = \frac{dN}{N} = \frac{dE}{E} = \frac{dV}{V} = \frac{dl_{1g}}{l_{1g}} = \frac{dl_{2g}}{l_{2g}} = 0{,}01$
4. Partielle Funktionsdifferentiale:

$dT_{06g;\,Q_g}$ = 0,0478 Akh/ha = *1,00* % von 4,78 Akh/ha
$dT_{06g;\,N}$ = 0,0366 Akh/ha = – *0,77* % von 4,78 Akh/ha
$dT_{06g;\,E}$ = 0,0336 Akh/ha = *0,70* % von 4,78 Akh/ha
$dT_{06g;\,V}$ = – 0,0336 Akh/ha = – *0,70* % von 4,78 Akh/ha
$dT_{06g;\,l_{1g}}$ = 0,0067 Akh/ha = – *0,14* % von 4,78 Akh/ha
$dT_{06g;\,l_{2g}}$ = 0,0045 Akh/ha = – *0,09* % von 4,78 Akh/ha

5. Rangfolge der partiellen Differentiale von T_{06g} (in abgekürzter Schreibweise, d. h. anstatt $dT_{06g;\,Q_g}$ nur Q_g usw.):

$$|Q_g| > |N| > |E| = |V| > |l_{1g}| > |l_{2g}|$$

Ergebnisse der Rechnungen

Über die für repräsentative Arbeitsbedingungen errechneten Ergebnisse, d. h. über die numerischen Werte partieller Änderungen der Funktionen (2) und (3) und die sich daraus ergebende Rangfolge des Gewichts ihrer Argumente informieren Tafel 1 und 2. Wächst beispielsweise unter den in Tafel 1 bezeichneten Bedingungen die nach Verfahren V_m auszubringende Transportmasse Q_m um 1%, so wächst auch die Normzeit T_{06m} um 1%, wächst die Nutzlast N um 1%, so sinkt die Normzeit T_{06m} um 0,41%, steigt die Geschwindigkeit V um 1%, so geht die Normzeit T_{06m} um 0,39% zurück usw. Auf diese Weise erhält man für den jeweiligen Einfluß der einzelnen arbeitszeitbeeinflussenden Größen eine ganz bestimmte Rangfolge (vgl. Tafel 1 unten). Danach ordnen sich unter durchschnittlichen Verhältnissen die zur Senkung des Arbeitszeitbedarfs der vollmechanisierten Stalldungausbringung notwendigen Änderungen variabler Arbeitsbedingungen und damit eventuelle Rationalisierungsmaßnahmen in folgende Reihenfolge abnehmenden arbeitswirtschaftlichen Gewichts ein:

1. Die Transportmasse Q_m reduzieren (z. B. durch eine ordnungsgemäße Rotte);
2. die Beladeleistung l_{1m} vergrößern, und zwar direkt durch Einsatz leistungsfähigerer Lader, indirekt durch Senkung der zum Laden benötigten Anzahl an Arbeitskräften;
3. die Nutzlast N der Transporteinheiten vergrößern;
4. die Fahrgeschwindigkeit V heraufsetzen oder — dieser Maßnahme gleichrangig — die Entfernung verringern;
5. die Entladeleistung l_{2m} vergrößern.

Die zur Senkung des Arbeitszeitbedarfs der vollmechanisierten Gülleausbringung notwendigen Änderungen variabler Arbeitsbedingungen ordnen sich demgegenüber in folgende Rangfolge abnehmenden arbeitswirtschaftlichen Gewichts ein (vgl. Tafel 2):

1. Die Transportmasse Q_g herabsetzen, vor allem durch Gewinnung einer konzentrierten Gülle mit möglichst geringem Wasserzusatz;
2. die Nutzlast N der Transporteinheiten vergrößern, z. B. durch Einsatz von 6- bis 7-m^3-Tankwagen anstatt der bisherigen 3,2-m^3-Tankwagen TE 4 F;
3. die Fahrgeschwindigkeit V heraufsetzen oder — dieser Maßnahme gleichrangig — die Feldentfernung verringern;
4. die Beladeleistung l_{1g} steigern, und zwar durch Einsatz leistungsfähigerer Pumpen;
5. die Entladeleistung l_{2g} vergrößern.

Interessant ist vor allem ein Vergleich der in Tafel 1 und 2 dargestellten Rangfolgen. Während die Rangfolge von Transportmasse, Nutzlast, Geschwindigkeit und Entfernung bei den Verfahren V_m und V_g übereinstimmt, bestehen im Hinblick auf die Stellung der Beladeleistung erhebliche Unterschiede. Es zeigt sich nämlich, daß diese Arbeitsbedingung hinsichtlich einer Rationalisierung des Verfahrens V_m erhebliche Bedeutung besitzt, in bezug auf Verfahren V_g dagegen nur eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielt.

Auf weiterführende, durch Anwendung des oben erwähnten Stabilitätstests erzielte Ergebnisse zur Rangfolgedynamik der veränderlichen Arbeitsbedingungen transportverbundener Arbeitsverfahren kann hier nicht eingegangen werden, ebenso nicht auf die Frage, unter welchen Bedingungen sich das Gewicht der Nutzlast N dem der Geschwindigkeit V und der Entfernung E bis zur völligen Identität angleicht und unter welchen näheren Bedingungen der Einfluß von N den von E und V übertrifft. Dies ist bereits an anderer Stelle [1], [2] ausführlich geschehen. Es sei auszugsweise hierzu nur angeführt, daß sich die Gewichte von Transportmasse Q, Nutzlast N, Fahrgeschwindigkeit V und Entfernung E in folgende allgemeine, von der jeweiligen Transportaufgabe unabhängige Rangfolge einfügen:

$|Q| > |N| \geqq |V| = |E|$. Hierbei stellt die Folge

$|Q| > |N| > |V| = |E|$ den Normalfall, $|Q| > |N| = |V| = |E|$ dagegen einen relativ seltenen Grenzfall dar.

Den Abschluß der Darlegungen sollen einige

Schlußfolgerungen

bilden, die sich aus dem bisher Gesagten ziehen lassen:

1. Die in Tafel 1 und 2 angeführte Rangfolge betrifft das arbeitswirtschaftliche Gewicht, läßt also offen, inwieweit sich die eine oder andere Maßnahme technisch, technologisch oder mit vertretbaren Kosten realisieren läßt. Die praktische Reihenfolge der Rationalisierungsmaßnahmen kann daher von der theoretischen mehr oder weniger abweichen.
2. Die in Tafel 1 und 2 ausgewiesenen numerischen Werte partieller Normzeitänderungen haben neben dem gene-

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 $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ selbst so bilden auch die Gewichte ihrer Argumente $x_1, x_2, \ldots, x_n$ für deren Variabilitätsbereich keine bestimmten Zahlen, sondern ebenfalls Funktionen, d. h. der Einfluß eines gewissen Arguments x_ν $(\gamma = 1, 2, \ldots, n)$ 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_ν 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 $y = f(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ quantitativ zu erfassen und die partiellen Differentialquotienten dieses Ausdruckes mit relativ gleichen Änderungen der Argumente $x_1, x_2, \ldots, x_n$ abzuwägen. Die partiellen Funktionsdifferentiale $dy_{x_1}, dy_{x_2}, \ldots, dy_{x_n}$ zeigen sodann den Einfluß an, den die Argumente $x_1, x_2, \ldots, x_n$ an einer bestimmten Stelle $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ 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 $x_1, x_2, \ldots, x_n$ jeweils um 1% zunehmen.

Das Rechenverfahren wird am Beispiel der Arbeitszeitfunktionen zweier transportverbundener landwirtschaftlicher Arbeitsverfahren demonstriert: der vollmechanisierten Stalldung- 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 Stalldung- 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 Nutzeffektsberechnung. 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 Nutzeffektsberechnung 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 Nutzeffektsberechnung

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