

aufnimmt, wendet und seitlich neben der Landmaschine ablegt. Mit Hilfe der neuen technischen Lösung werden auch bei einer ungleichmäßigen Erntegutverteilung jederzeit eine parallele Lage der Querförderschnecke erreicht und Schrägstellungen und damit verbundene erhöhte Beanspruchungen vermieden. Im Bild 2 ist der Schwadverleger in der Vorderansicht sowie in einem Querschnitt dargestellt.

Der Schwadverleger besteht aus einem Grundrahmen 1, einer Aufnehmertrommel 2, einer einseitig gelagerten Querförderschnecke 3 und einem Niederhalter. Antriebsseitig ist im Inneren der Querförderschnecke 3 eine Achse 4 angeordnet und mit einer am Grundrahmen 1 zweifach gelagerten Welle 5 durch einen Schwinghebel 6 starr verbunden. Zwischen dem Schwinghebel 6 und dem Grundrahmen 1 ist eine

Schneckenstütze angeordnet, die mit ihrem Unterteil am Grundrahmen 1 befestigt ist und eine durch eine Begrenzungsplatte geführte Hubstange aufweist. Die Bodenwanne 7 endet mit einer Abstreifkante 8. Am freien Ende der Querförderschnecke 3 ist eine Anlagefläche 9 für die Schneckenwendel 10 vorgesehen. Zur Verbesserung des Wendeeffekts ist die Bodenwanne 7 mit gestaffelt angeordneten Abstreifleisten 11 und einer verstellbar anbringbaren Abstreifschiene 12 ausgestattet.

DD-PS 233 921 Int. Cl. A 01 D 41/14  
Anmeldetag: 22. Januar 1985  
„Adaptoraufhängung am Mährescher“  
Erfinder: Manfred Teichmann u. a.

Durch die Erfindung (Bild 3) wird für längs- und quer zur Fahrtrichtung pendelnd angeord-

nete Ernte-Vorsatzgeräte eine einfache und sichere Abdichtung zwischen Adapter und Zuführschacht ermöglicht. Dadurch werden in diesem Bereich die Erntegutverluste wesentlich verringert. Durch die Auflösung der Pendellagerung in einzelne Drehlager und den Verzicht auf Gleitführungen werden Leichtgängigkeit der Adaptoraufhängung erhöht und damit die Bodenführung verbessert.

Hierzu ist zwischen dem Zuführschacht 1 und dem Adapter 2 ein Rahmen 3 angeordnet, der im unteren Bereich nach vorn schwenkbar am Zuführschacht 1 gelagert ist. In der gleichen Höhe ist in der Mitte eine Lagerbuchse für einen in Längsrichtung weisenden Lagerbolzen des Adapters 2 angeordnet. Im oberen Querträger des Rahmens 3 wird ein Pendelträger 4 in seitlichen Langlöchern 5 geführt. Zwischen dem oberen Querträger und dem Zuführschacht 1 ist die Entlastungsvorrichtung 6 angeordnet. Die Taschen 7 des Adapters 2 umgreifen formschlüssig den Pendelträger 4. Sowohl der Adapter 2 als auch der Rahmen 3 haben eine plane Anlagefläche 8. An den Seiten und unten sind zwischen Adapter 2 und Zuführschacht 1 Leitbleche beweglich angeordnet, die mit ihren Enden innen am Zuführschacht 1 anliegen.

A 5775 Pat.-Ing. G. Krautwurst, K.

## Eine Methode zum Vergleichen und Bewerten von Verfahren, Arbeitsprinzipien und Erzeugnissen auf der Basis eindeutig determinierter und nicht eindeutig determinierter Gebrauchswertkenngrößen

Dozent Dr. agr. Dr.-Ing. M. Dellitz, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Technologie der Instandsetzung

### Verwendete Formelzeichen

- $a_i$  Häufigkeit, mit der ein Kriterium  $i$  gegenüber einem Vergleichskriterium als bedeutsamer eingeschätzt wurde
- $f_i$  von einem Gutachter festgelegter Wichtungsfaktor für ein Kriterium  $i$
- $f_{ki}$  endgültiger (gemittelter) Wichtungsfaktor für ein Kriterium  $i$
- $i_k$  lfd. Nr. eines im Vergleich mit einem anderen als bedeutsamer eingeschätzten Beurteilungskriteriums
- $m$  Anzahl aller Beurteilungskriterien

- $n$  Anzahl aller Gutachter
- $p_{j0}$  Kennzahl der Vergleichsvariante für das Kriterium  $i$
- $p_{ji}$  Kennzahl der Variante  $j$  für das Kriterium  $i$
- $Q_{ji}$  Vergleichsquotient der Variante  $j$  mit der Vergleichsvariante für das Kriterium  $i$
- $Q_{kj}$  Gebrauchswertniveau der Variante  $j$  über alle Beurteilungskriterien
- $\Delta p$  Kennzahländerung

### Einleitung

Vergleichbare Bewertungsmethoden [1, 2]

basieren grundsätzlich auf Punktbewertungen, d. h. quantitative Merkmale (Kennzahlen) werden mit Hilfe einer Bewertungsskala so normiert, daß sie mit den qualitativen Merkmalen gleichrangig bearbeitet werden können. Diese Normierung erfolgt entweder durch subjektive Abschätzung oder mit Hilfe von Adaptionsgleichungen. In beiden Fällen können verfälschende Einflüsse wirksam werden. Im ersten Fall ist es der subjektive Faktor, der sich zwar durch entsprechendes

Vorgehen mildern läßt, aber nicht mit Sicherheit auszuschließen ist. Bei der Verwendung von Adaptionsgleichungen erfolgt die Einordnung so, daß die Variante mit dem niedrigsten Gebrauchswertniveau die kleinste und die mit dem höchsten Gebrauchswertniveau die größte der in der vorgegebenen Bewertungsskala zu vergebende Punktzahl erhält. Dadurch ist die Einordnung zwar in der Reihenfolge richtig, aber nicht objektiv. So kann eine mit der höchsten Punktzahl versehene Variante im (objektiven) Weltstandsvergleich durchaus bezüglich des zugrunde liegenden Kriteriums einen hinteren Platz einnehmen.

Nachfolgend soll eine Bewertungsmethode vorgestellt werden, die weitestgehend objektiv ist und die Bearbeitung quantitativer und qualitativer Kenngrößen gestattet, ohne daß eine Adaption der einen Kenngrößenart an die andere notwendig ist. Diese Methode entstand in Anlehnung an die Vorschrift Warenprüfung 1480 des ASMW [3] und soll anhand eines Vergleichs zweier fiktiver Erntemaschinen demonstriert werden.

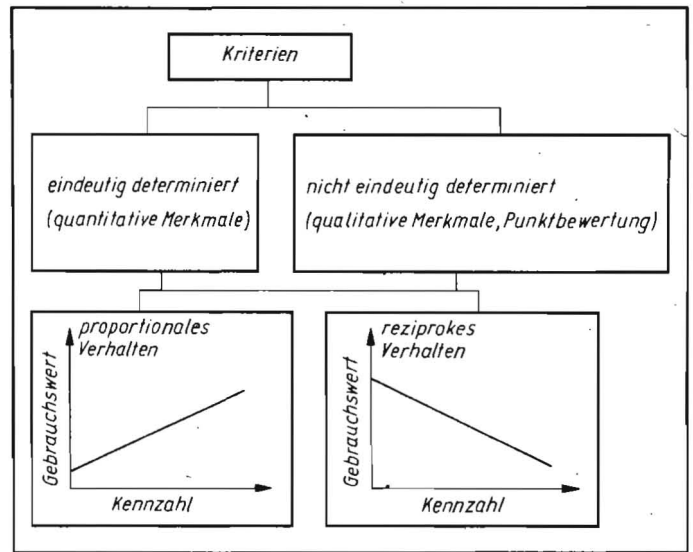
### Kenngrößen, Beurteilungskriterien

Kenngrößen sind Eigenschaften und Merkmale, die den Gebrauchswert des betrachteten Gegenstands charakterisieren und widerspiegeln. Sie werden durch Kennzahlen quantifiziert.

Man unterscheidet eindeutig determinierte Kenngrößen (Leistung, Masse, Fahrgeschwindigkeit) und nicht eindeutig determinierte Kenngrößen (Bedienungskomfort, Design, Instandhaltungsgerechtigkeit, Schutzgüte). Die Kenngrößen können proportionales Verhalten aufweisen, d. h. mit steigender Kennzahl steigt der Gebrauchswert, und sie können sich reziprok verhalten, d. h. dann sinkt der Gebrauchswert mit steigender Kennzahl (Bild 1). Beispiele sind die Flächenleistung für das erstgenannte Verhalten und der spezifische Kraftstoffverbrauch für das zweite Verhalten. Die Beurteilungskriterien werden aus der Vielzahl der Kenngrößen ausgewählt. Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die Anzahl der Kriterien soll möglichst klein sein, muß aber ausreichen, um den Gebrauchswert der untersuchten Varianten möglichst eindeutig zu charakterisieren.
- Die Kennzahlen, deren Erfüllung vom Bearbeiter (Konstrukteur) abhängig ist, sind als Kriterium nicht geeignet.
- Die Kennzahlen, die von allen Varianten in gleichem Maß erfüllt werden, sind eben-

Bild 1  
Arten von Beurteilungskriterien



falls ungeeignet.

- Die Kennzahlen dürfen nicht mehrfach erscheinen. So dürfen z. B. neben den Verfahrenskosten nicht die Kraftstoffkosten gewertet werden.

Die als Kriterien gewählten Kenngrößen werden gemeinsam mit den Kennzahlen der zu untersuchenden Varianten erfaßt (Tafel 1). Neben den zu untersuchenden Varianten wird eine Vergleichsvariante benötigt. Sie erlaubt die Einordnung in ein objektives Qualitäts- und Gebrauchswertspektrum. Diese Variante kann aus einem Pflichtenheft, aus technisch-ökonomischen oder aus agrotechnischen Forderungen oder auch aus einer Weltstandsanalyse abgeleitet sein.

### Kennzahlen für nicht eindeutig determinierte Gebrauchswerteigenschaften

Nicht eindeutig determinierte Gebrauchswerteigenschaften werden durch Qualitätskennzahlen quantifiziert. Das geschieht mit Hilfe einer Punktbewertung. Die Skala ist beliebig. Häufig wird nachfolgende Notenskala angewendet:

- Kriterium sehr gut erfüllt 4 Punkte
  - Kriterium gut erfüllt 3 Punkte
  - Kriterium befriedigend erfüllt 2 Punkte
  - Kriterium genügend erfüllt 1 Punkt
  - Kriterium ungenügend erfüllt 0 Punkte.
- Man kann die Erfüllung auch zwischen 0% und 100% einordnen.

### Wichtung der Kriterien

Zum Bestimmen der Wichtungsfaktoren wird

zunächst die bekannte Halbmatrix genutzt (Tafel 2). Das bisher meist gebräuchliche Vorgehen, die Mitteldiagonale zu besetzen, ist aus methodischen und logischen Gründen zu verwerfen, da es zu rein mechanistischer Arbeitsweise verleitet.

Es ist logischer, die Mitteldiagonale unbesetzt zu lassen und nach folgendem Schema vorzugehen:

#### 1. Zeile

$K_1$  mit  $K_1$  läßt sich nicht vergleichen, also schreibe: Strich  
 $K_1$  ist bedeutsamer (oder nicht bedeutsamer) als  $K_2$ , also schreibe: 1 (oder 2) usw.

#### 2. Zeile

$K_2$  wurde bereits mit  $K_1$  verglichen, also schreibe: Strich  
 $K_2$  läßt sich nicht mit  $K_2$  vergleichen, also schreibe: Strich  
 $K_2$  ist bedeutsamer (oder nicht bedeutsamer) als  $K_3$ , also schreibe: 2 (oder 3) usw.

Diese Verfahrensweise wird solange fortgesetzt, bis alle Kriterien abgearbeitet sind. Dabei ist auch Gleichwertigkeit der verglichenen Kriterien möglich. Es wird dann jeweils die lfd. Nr. beider Kriterien eingeschrieben. Anschließend wird  $a_i$  ermittelt. Bei Gleichberechtigung wird das entsprechende  $i_k$  mit 0,5 gezählt. Die Wichtungsfaktoren lassen sich auf verschiedene Weise ermitteln:

- Aus den  $a_i$  wird die Rangfolge der einzelnen Kriterien ermittelt. Es werden  $n$  Gutachter beauftragt, Wichtungsfaktoren  $f_{ki}$  so festzulegen, daß die Rangfolge nicht verletzt wird und die Summe aller Wich-

Tafel 1. Kennzahlenübersicht

Kriterium	Vergleichsvariante	Variante 1		Variante 2	
		$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{21}$	$P_{22}$
$K_1$	$P_{10}$				
1 Maschinenkosten	M/ha	400	380	460	
2 Flächenleistung in $T_{05}$	ha/h	0,4	0,3	0,45	
3 Erntegutbeschädigungen (Masseanteil)	%	1,5	1,4	1,3	
4 spezifischer Kraftstoffverbrauch	l/ha	30	28	32	
5 Masse	kg	3 000	3 300	2 800	
6 Ergonomie	Punkte	5	4	5	
7 Umweltbelastung	Punkte	5	4	5	
8 Pflege- und Wartungsaufwand	min/ha	6	7	5	
9 technische Verfügbarkeit		0,85	0,8	0,90	
10 Wiederholteilgrad	%	30	28	35	

Tafel 2. Halbmatrix zum Bestimmen der Wichtungsfaktoren

Kriterium	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Häufigkeit	Wichtungsfaktor
$K_i$											$a_i$	$f_{ki}$
1	-	2	3	1	5	6	7	1	9	1	3	0,073
2	-	-	3	2	2	6	7	2	9	2	5	0,109
3	-	-	-	3	3	3/6	3/7	3	3	3	8	0,164
4	-	-	-	-	5	6	7	4	9	4	2	0,055
5	-	-	-	-	-	6	7	5	9	5	4	0,091
6	-	-	-	-	-	-	7	6	6	6	7,5	0,155
7	-	-	-	-	-	-	-	7	7	7	8,5	0,173
8	-	-	-	-	-	-	-	-	9	10	0	0,018
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6	0,127
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0,036
$\Sigma$											45	1,000

Tafel 3. Bewertungsmatrix

Kriterium $K_i$	Wichtungsfaktor $f_{ki}$	Vergleichsvariante $p_{i0}$	Variante 1				Variante 2		
			$p_{i1}$	$Q_{i1}$	$Q_{i1} \cdot f_{ki}$	$p_{i2}$	$Q_{i2}$	$Q_{i2} \cdot f_{ki}$	
1	M/ha	0,073	400	380	1,053	0,077	460	0,870	0,064
2	ha/h	0,109	0,4	0,3	0,750	0,082	0,45	1,125	0,123
3	%	0,164	1,5	1,4	1,071	0,176	1,3	1,154	0,189
4	l/ha	0,055	30	28	1,071	0,059	32	0,938	0,052
5	kg	0,091	3 000	3 300	0,909	0,083	2 800	1,071	0,097
6	Punkte	0,155	5	4	0,800	0,124	5	1,000	0,155
7	Punkte	0,173	5	4	0,800	0,138	5	1,000	0,173
8	min/ha	0,018	6	7	0,857	0,015	5	1,200	0,022
9	-	0,127	0,85	0,8	0,941	0,120	0,9	1,059	0,134
10	%	0,036	30	28	0,933	0,034	35	1,167	0,042
Gebrauchswertniveau						0,908			1,051

tungsfaktoren 1 oder 100% beträgt.

- Jeder Gutachter erarbeitet eine Halbmatrix und berechnet die Wichtungsfaktoren nach Gl. (1):

$$f_i = \frac{1 + a_i}{m + \sum_{i=1}^m a_i} \quad (1)$$

In beiden Fällen wird mit dem arithmetischen Mittel  $f_{ki}$  der Wichtungsfaktoren aller Gutachter weitergearbeitet:

$$f_{ki} = \frac{\sum_{z=1}^n f_i}{n} \quad (2)$$

Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, auf die Gutachter zu verzichten und als Bearbeiter nur einmal das Verfahren 2 anzuwenden. In diesem Fall ist natürlich der subjektive Faktor von größerem Einfluß.

#### Variantenvergleich

Beim Variantenvergleich werden die Kennzahlen  $p_{ij}$  der einzelnen Varianten mit den Kennzahlen  $p_{i0}$  der Vergleichsvariante verglichen. Das geschieht durch die Quotientenbildung.

Für die Kenngrößen gilt:  
*proportionales Verhalten*

$$Q_{ij} = 1 + \frac{p_{ij} - p_{i0}}{p_{i0}} = \frac{p_{ij}}{p_{i0}} \quad (3)$$

*reziprokes Verhalten*

$$Q_{ij} = 1 + \frac{p_{i0} - p_{ij}}{p_{ij}} = \frac{p_{i0}}{p_{ij}} \quad (4)$$

Die Verzerrungen der Gebrauchswertquotienten, die man bei den Kenngrößen mit reziprokem Verhalten gegenüber denen mit proportionalem Verhalten zu erkennen glaubt, sind nur scheinbar. Wenn z. B. eine

Aufwandkennzahl um 50% verringert wird, so ist das mit der Erhöhung einer entsprechenden Ergebniskennzahl um 100% gleichzusetzen.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, anstelle von Kennzahlen mit reziprokem Verhalten jeweils die entsprechende proportionale Umkehrung zu setzen:

- Maschinenkosten: bearbeitbare Fläche je M Maschinenkosten in ha/M
- Erntegutbeschädigungen: Erntegutmenge je kg beschädigtes Erntegut
- spezifischer Kraftstoffverbrauch: bearbeitbare Fläche je Kraftstoffeinheit in ha/l
- Masse: Materialausnutzung in  $kg^{-1}$
- Pflege- und Wartungsaufwand: bearbeitbare Fläche je min Pflege- und Wartungsaufwand in ha/min.

Bei solchem Vorgehen wird zwar die Reziprokwertbildung bei der Berechnung des Gebrauchswertquotienten umgangen, aber sichtbar, daß sie sinnvoll ist. Es gilt dann immer Gl. (3), und eine Erhöhung der Kennzahl um  $\Delta p\%$  hat auch stets eine Erhöhung des Gebrauchswertquotienten um  $\Delta p\%$  zur Folge.

Anschließend werden die Quotienten  $Q_{ij}$  mit den Wichtungsfaktoren  $f_{ki}$  gewichtet. Die Summe der gewichteten Quotienten je Variante ergibt deren Gebrauchswertniveau:

$$Q_{ki} = \sum_{j=1}^m Q_{ij} f_{ki} \quad (5)$$

Die Variante mit dem höchsten Gebrauchswertniveau ist die Optimalvariante (Tafel 3). Ist die Differenz des Gebrauchswertniveaus der Optimalvariante zu dem der nächstfolgenden Variante gering, so sind noch andere Vergleichsmethoden anzuwenden, um verfälschende subjektive Einflüsse unwirksam zu machen.

#### Zusammenfassung

Die vorgestellte Methode zum Variantenvergleich zeichnet sich gegenüber bisher üblichen Methoden durch einige positive Merkmale aus:

- Durch die Quotientenbildung kürzen sich alle Maßeinheiten, und die Kennzahlen werden ohne Adaption gleichrangig.
- Infolge des Vergleichs mit der Vergleichsvariante erfolgt eine Einordnung der jeweiligen Variante in ein objektives Gebrauchswertspektrum, das durch das Gebrauchswertniveau 1 der Vergleichsvariante gekennzeichnet ist.
- Die Zuordnung zur Vergleichsvariante erfolgt absolut objektiv, vorausgesetzt, die Punktbewertung der nicht eindeutig determinierten Kenngrößen ist objektiv. Auf jeden Fall entfällt der verfälschende subjektive Einfluß, der oft bei der Adaption der eindeutig determinierten Kennzahlen an die nicht eindeutig determinierten Kennzahlen wirksam wird.

Die vorgestellte Methode ist einfach zu handhaben und liefert reale objektive Ergebnisse.

#### Literatur

- [1] Soucek, R.; Regge, H.: Grundsätze für die Konstruktion von Landmaschinen. Berlin: VEB Verlag Technik 1979.
- [2] Bendull, K.; Dahse, F.: Die Bewertung von Verfahren der Tierproduktion in der Phase von Forschung und Entwicklung unter Anwendung von Elementen der Gebrauchswert-Kosten-Analyse. agrartechnik, Berlin 26(1976)8, S. 386-389.
- [3] Festlegungen zur Bestimmung der Entwicklung der Gebrauchseigenschaften industrieller Erzeugnisse. Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung Berlin, Vorschrift 1480 vom 6. November 1985. A 5713

#### Hinweis

Im Februarheft bringt die „agrartechnik“ Beiträge über die vielseitige Tätigkeit der seit 20 Jahren bestehenden Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim.

Sichern Sie sich durch ein Abonnement den regelmäßigen Bezug Ihrer Fachzeitschrift!