

# Produktive Nutzung der Maschineneinsatzzeit in der Pflanzenproduktion — eine Aufgabe der Instandhaltung

Prof. Dr. sc. agr. G. Mätzold, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

Der Einsatz von Maschinen bei den Verfahren der Pflanzenproduktion hat einen wichtigen Beitrag zur Intensivierung der Produktion zu leisten. Die Erfüllung dieser Forderung bedeutet Ertragssteigerung, Ertragsstabilisierung und Qualitätsverbesserung der Produkte. Sie wird vor allem erfüllt durch Einhalten der agrotechnischen Zeitspannen. Eine zweite Aufgabe ist in der Steigerung der Arbeitsproduktivität zu sehen. Allerdings sind mit dem Einsatz von Maschinen hohe ökonomische Aufwendungen verbunden. Der Anteil der Verfahrenskosten an den Selbstkosten liegt bei den wichtigsten pflanzlichen Produkten zwischen 50 % und 60 %. Bei der Futterproduktion und Konservierung durch Heißlufttrocknung steigt er sogar auf 78 %.

Für den Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel leiten sich deshalb aus volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht zwei Aufgaben ab:

- richtige Planung des Maschinenbedarfs
- produktive Ausnutzung der Einsatzzeit der vorhandenen Kapazitäten.

Von den sozialistischen Pflanzenproduktionsbetrieben erfordert diese zweite Aufgabe eine sorgfältige Maschineneinsatzplanung und technologisch zweckmäßige Abstimmung der vorhandenen Kapazitäten sowie eine straffe Organisation und Leitung des Einsatzes. Die VEB KfL und LIW haben hierbei gemeinsam mit den technischen Bereichen der Einsatzbetriebe einen wichtigen Beitrag zu leisten. Sie sind für eine hohe technische Einsatzbereitschaft der landtechnischen Arbeitsmittel verantwortlich.

Auf diese Aufgaben konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen. Nach kurzen Darlegungen zu theoretischen Grundlagen des Maschineneinsatzes und zur Analyse des gegenwärtigen Zustands der Ausnutzung der Einsatzzeit sollen die Auswirkungen der Verfügbarkeit („technologische Verfügbarkeit“ nach Weber/Rohde [1]) an Beispielen gezeigt werden. Schließlich sollen Aussagen aus Untersuchungen in VEG (P) und LPG (P) zum Aufwand für den Hilfsprozeß Instandhaltung bei der Zuckerrübenenernte getroffen werden.

Fortsetzung von Seite 531

ingenieurmäßige Arbeit in der Instandhaltung in den 80er Jahren den wissenschaftlich-technischen Fortschritt konsequenter nutzt, dann wird das landtechnische Instandhaltungswesen den Anforderungen der landwirtschaftlichen Produktion im Sozialismus noch besser gerecht werden.

A 2534

1) Ausführlich wurden Probleme der Instandsetzung landwirtschaftlicher Großmaschinen in dieser Zeitschrift im Heft 9/1979, S. 383—387, behandelt.

## Theoretische Grundlagen für den Maschineneinsatz in der Pflanzenproduktion

Bei der Maschinenbedarfsplanung und Einsatzplanung gilt als vereinfachter Ansatz:

$$K_a = M/t;$$

$K_a$  Kapazitätsanspruch in ha/t, t/h

$M$  Arbeitsmenge in ha, t

$t$  planmäßige Einsatzzeit in h( $T_{05}$ ).

Eine bestimmte Arbeitsmenge ist also in einem bestimmten Zeitfonds zu bewältigen. Dieser Zeitfonds wird für technologische Prozesse in der Pflanzenproduktion fast immer durch die agrotechnisch günstige Zeitspanne fixiert. Zur Realisierung des Kapazitätsanspruchs ergeben sich die Beziehungen

$$K_a = n \cdot \dot{m};$$

$\dot{m}$  Verfahrenskapazität in t/h( $T_{05}$ ),  
ha/h( $T_{05}$ )

$n$  Maschinengruppenbreite  
(Anzahl der Maschinen).

Bei sehr vielen technologischen Prozessen der Pflanzenproduktion wird der Kapazitätsanspruch durch verkettete Funktionssysteme (Maschinenketten oder Maschinenkomplexe) bewältigt.

Die realisierte Verfahrenskapazität wird in entscheidendem Maß von der technologischen Verfügbarkeit der in der Maschinenkette eingesetzten landtechnischen Arbeitsmittel bestimmt, zumindest wenn man die arbeitsbedingte Erholungszeit  $T_3$  als Normativ einhält. Für diesen Fall kann die realisierte Verfahrenskapazität auf die Zeit  $T_{04}$  bezogen werden.

Für eine dreigliedrige Maschinenkette (z. B. Welkguternte) gilt [2]:

$$\dot{m}(T_{04}) = n \cdot \dot{m}(T_{02}) \prod_{i=1}^3 V_i;$$

$\dot{m}(T_{02})$  technologische Maschinenkapazität in  
ha/h( $T_{02}$ ), t/h( $T_{02}$ )

$V_i$  technologische Verfügbarkeit der Maschinengruppe.

Wenn nun das Produkt  $n \cdot \dot{m}(T_{02})$  als Konstante unterstellt wird, findet das Zusammenwirken der Maschinengruppen in der multiplikativen Verknüpfung der Verfügbarkeit seinen Ausdruck.

Schlußfolgernd lassen sich folgende Feststellungen treffen:

- Bei allen Betrachtungen — auch bei Überlegungen der Auswirkungen der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel — sollten nicht Einzelmaschinen isoliert, sondern die verketteten Funktionssysteme, also Maschinenketten, berücksichtigt werden. Die Tafeln 1 und 2 zeigen die Anteile des Aufwands an lebendiger Arbeit und an Verfahrenskosten bei den Verfahren der Welkguternte und -silierung sowie der Zuckerrübenenernte. Daraus wird sichtbar, daß beim Aufwand an lebendiger Arbeit der Anteil für die Prozesse des Transports und der Einlagerung bei der Futterernte etwa 75 % und bei der Zuckerrübenenernte 50 bis

80 % beträgt. Bei den Verfahrenskosten sind die entsprechenden Anteile etwas geringer. Bei der Futterernte liegen sie bei etwa 60 % bei der Zuckerrübenenernte zwischen 40 % und 55 %.

- Die steigenden Maschinenkapazitäten der die Verfahren bestimmenden Maschinengruppen (z. B. KS-6, E 280, E 516 und K 453) erhöhen die Verantwortung der arbeitenden Menschen für die volle Ausschöpfung des konstruktiv vorgegebenen Potentials. Das gilt für die Leiter hinsichtlich Vorbereitung und Leitung der Prozesse gleichermaßen wie für die Mechanisatoren bezüglich der Einhaltung einer straffen technologischen Disziplin.
- Diese Entwicklung insgesamt erhöht die Bedeutung der Gestaltung und Organisation der Haupt- und Hilfsprozesse für den Maschinennutzer sowie für den Instandhalter.

## Analyse der gegenwärtigen produktiven Ausnutzung der Maschineneinsatzzeit

An der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock vorliegende Untersuchungsergebnisse zeigen für leistungsbestimmende Maschinen die produktiven und unproduktiven Zeitanteile (Tafel 3). Dabei wird u. a. deutlich, daß nur etwa 60 bis 80 % der planmäßig nutzbaren Einsatzzeit („Feldarbeitszeit“) produktiver Anteil sind. Bei den unproduktiven Anteilen sind im allgemeinen die durch die leistungsbestimmenden Maschinen verursachten von Bedeutung. Das sind vor allem technisch bedingte Störzeiten. Zu bedenken ist dabei, daß diese Zahlen jeweils nur die Auswirkungen in der ersten Maschinengruppe widerspiegeln. Die technisch bedingten Störzeiten pflanzen sich als Stillstandszeiten in den nachfolgenden verketteten Maschinengruppen fort. Dadurch wird der kontinuierliche Prozeßablauf gestört. Insgesamt wird also die Verantwortung deutlich, die das Instandhaltungswesen für die Erhöhung der Verfügbarkeit trägt.

## Ergebnisse einer Erhöhung der Verfügbarkeit

Wenn nun, ausgehend von den bisherigen Darlegungen, mögliche Auswirkungen einer Steigerung der Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel erläutert werden, dann sind daraus Schlußfolgerungen von allen für den Hilfsprozeß Instandhaltung Verantwortlichen zu ziehen, von den VEB LIW und KfL bis zu den technischen Bereichen in den LPG (P) und VEG (P).

In den Bildern 1 und 2 werden für die Welkguternte (E 280, Transport mit Lkw, Horizontal-silo) Auswirkungen unterschiedlicher Verfügbarkeit des Feldhäckslers E 280 gezeigt. Die Ergebnisse wurden von Ludley [7] auf der Grundlage von gemessenen Daten durch Simulationsrechnungen von Welkguternteverfahren bei differenzierten Bedingungen erarbeitet. Folgendes ist zu erkennen:

- Die Verfahrenskapazität steigt, und zwar bei Sicherung  $V = 0,85$  gegenüber  $V = 0,75$  um  $\dot{m}(T_{04}) = 10$  t/h ( $\cong 14$  %).

Tafel 1. Anteile des Aufwands an lebendiger Arbeit (AKh/ha) und an Verfahrenskosten (M/ha) bei der Welkguternte (Richtwerte nach [3])

	Variante 1 <sup>1)</sup>		Variante 2 <sup>1)</sup>	
	(AKh/ha) %	(M/ha) %	(AKh/ha) %	(M/ha) %
Häckseln	24,5	40,7	24,7	38,7
Transportieren	47,8	42,6	62,4	51,2
Einlagern	27,7	16,7	12,9	10,1

1) Variante 1: Ertrag 150 dt/ha; Horizontalsilo; E 280, W 50  
 Variante 2: Ertrag 200 dt/ha; Hochsilo HS 25; E 280, W 50

Tafel 2. Anteile des Aufwands an lebendiger Arbeit (AKh/ha) und an Verfahrenskosten (M/ha) bei der Zuckerrübenerte

	A <sup>1)</sup>		B <sup>1)</sup>	
	(AKh/ha) %	(M/ha) %	(AKh/ha) %	(M/ha) %
Köpfladen	9,5	23,4	36,3... 37,6	33,5... 34,0
Krauttransport	37,7	26,2	24,2... 42,0	26,1... 39,8
Krauteinlagern	16,3	6,1	5,8... 15,0	5,4... 7,6
Rodeladen	9,5	29,6	4,5... 4,7	14,2... 24,7
Rübentransport	27,0	14,7	9,9... 10,0	7,1... 7,8

1) A: Richtwerte nach [3] (6-ORCS; KS-6)  
 B: Untersuchungsergebnisse nach [4, 5, 6] (KS-6; 6-OCS bzw. E 733)

Tafel 3. Ausnutzung der Einsatzzeit

Maschinen- typ	Anteil von T <sub>0k</sub>			
	produktiv %	unproduktiv durch Maschine %	Organisation und Leitung %	Arbeits- kräfte %
E 512	77,4	17,9	4,1	0,6
E 280	57,0	14,0	19,0	10,0
E 665	60,5	29,3	7,4	2,8
KS-6	72,0	22,0	5,0	1,0

Bild 3. Anteile des Aufwands an lebendiger Arbeit bei der Zuckerrübenerte je ha Erntefläche:  
 1 Rodeladen, Rübentransport  
 2 Köpfladen, Blatttransport, Einlagern  
 3 Hilfsprozeß Instandhaltung

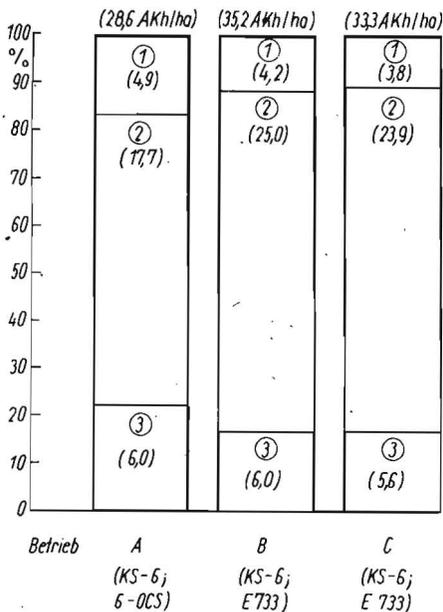


Bild 4. Anteile der Kosten lebendiger Arbeit für den Hilfsprozeß Instandhaltung bei der Zuckerrübenerte je ha Erntefläche:  
 1 operative Instandsetzung (Feld)  
 2 vorbeugende Instandsetzung, Wartung, Pflege  
 3 Baugruppeninstandsetzung

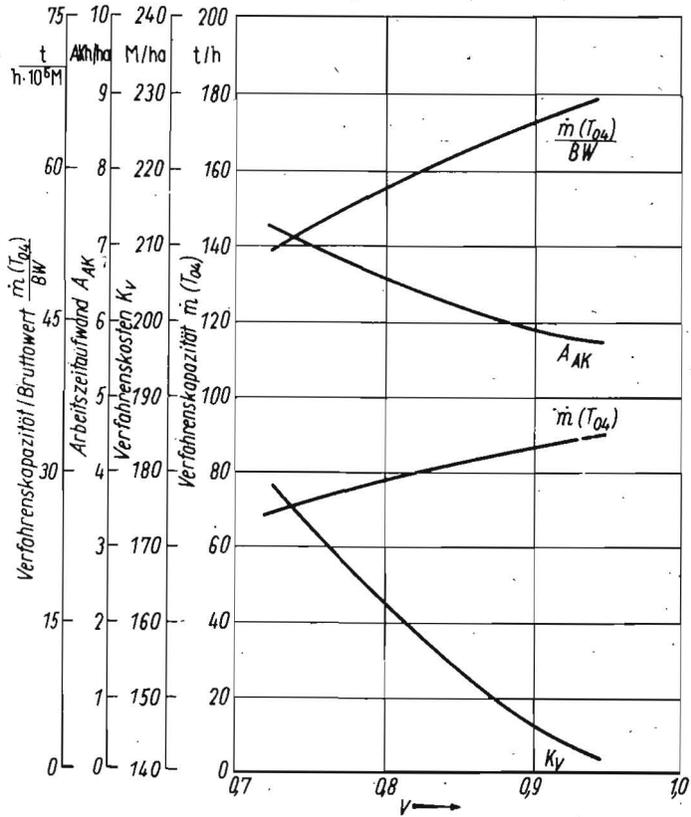
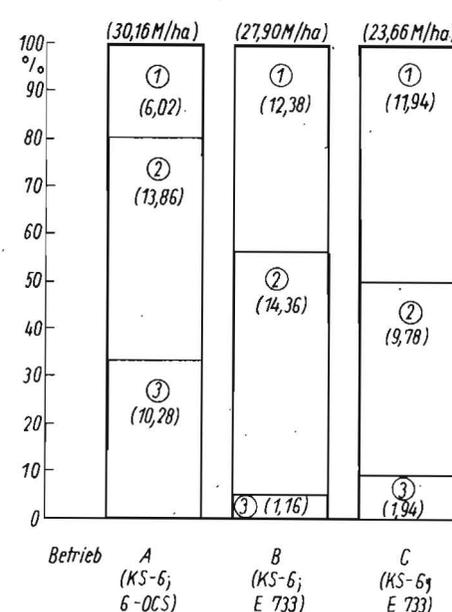
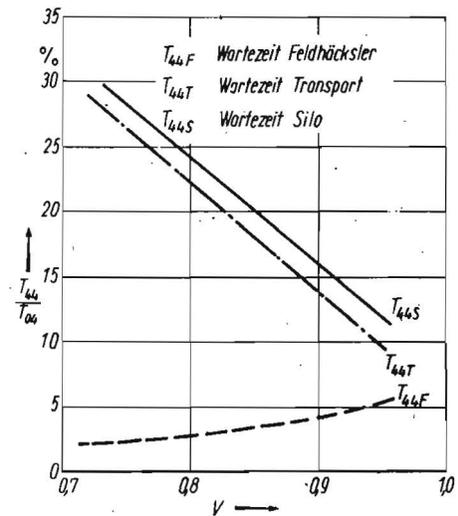


Bild 1. Einfluß der Verfügbarkeit auf technologische und ökonomische Kennzahlen bei der Welkguternte (nach [7])

Bild 2. Einfluß der Verfügbarkeit auf Wartezeitanteile bei der Welkguternte (nach [7])



— Die Wartezeiten T<sub>44</sub> bilden beim Transport und bei der Annahme den Schwerpunkt der unproduktiven Zeitanteile. Die höhere Verfügbarkeit der Erntemaschinen führt zur Bereitstellung größerer Erntemassen und damit zur erheblichen Senkung der Wartezeiten der nachfolgenden Kettenglieder. Das bedeutet praktisch eine bessere Kontinuität des Prozeßablaufs. Wie aus Bild 2 zu ersehen ist, sinkt bei einer Erhöhung der Verfügbarkeit V von 0,75 auf 0,85 der Wartezeitanteil bei den Transporteinheiten von 26,5 auf 17,5% und beim Silo von 28,5 auf 20,0%.

— Der Aufwand an lebendiger Arbeit kann dadurch in den genannten Bereichen um 0,8 AKh/ha (± 11,4%) gesenkt werden. Die bessere Ausnutzung der Transportkapazitäten kann für bestimmte Fälle zur Einsparung von Transporteinheiten und damit Arbeitsplätzen führen.

— Ökonomisch leitet sich eine Senkung der Verfahrenskosten ab (s. Bild 1). In dem Beispiel beträgt sie 17 M/ha. Mit dieser Zahl deutet sich auch eine Größenordnung für zulässige Aufwendungen der Instandhaltung für Maßnahmen der Verfügbarkeitssteigerung an.

Außerdem zeigt Bild 1, daß die unterstellte Erhöhung der Verfügbarkeit eine bessere Ausnutzung der Grundfonds zur Folge hat. Die Erhöhung der Kapazität je 1 Mill. M Bruttowert beträgt 7,5 t/h ( $\approx 13,9\%$ ).

Diese Aussagen zu den ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Verfügbarkeit könnten noch deutlicher werden, wenn die erreichten unterschiedlichen Verfahrenskapazitäten in Beziehung zu Erträgen, Verlusten, Qualität der Produkte usw. gebracht würden. Die Einbeziehung dieses sog. „Sekundäreffekts“ würde die ökonomischen Vorteile höherer Verfügbarkeit noch stärker sichtbar machen.

### Schlußfolgerungen für die Praxis

Für die Praxis ergeben sich nachstehende Schlußfolgerungen:

- Komplexe Maßnahmen aller für die Instandhaltung verantwortlichen Betriebe bzw. Bereiche haben die Mindestverfügbarkeit zu sichern. Bei den Feldhäckslern E 280 wird dieser Wert von  $V = 0,75 \dots 0,80$  in vielen LPG (P) und VEG (P) nicht erreicht, wie Untersuchungsergebnisse von Rohde [8] beweisen. Gründe dafür liegen vor allem in ungenügenden vorbeugenden Instandhaltungsmaßnahmen. Die landwirtschaftlichen Betriebe versuchen, die erforderliche Verfahrenskapazität durch Zuführung — sofern möglich — von mehr Maschinen zu sichern.
- Andererseits beweisen beim Einsatz der

selbstfahrenden sechsstufigen Zuckerrübenerntemaschinen (KS-6, 6-OCS) gute Betriebe, daß durch vorbildliche Instandhaltung — vor allem vorbeugende Instandhaltung — während der gesamten Kampagne eine Verfügbarkeit  $V = 0,87 \dots 0,93$  erreicht werden kann.

- Dadurch steigt der Aufwand an lebendiger Arbeit für die Instandhaltung während der Kampagne. Wie Bild 3 zeigt, nimmt in Betrieben, die eine Verfügbarkeit des KS-6 von  $V \approx 0,90$  realisierten, der Aufwand an lebendiger Arbeit für den Hilfsprozeß Instandhaltung einen Anteil von 17 bis 20% des Gesamtaufwands je ha Erntefläche ein. Hübner [4], Kossakowski [5] und Voigt [6] haben den Aufwand und die Kosten der lebendigen Arbeit für den Hilfsprozeß Instandhaltung bei der Zuckerrübenerte näher untersucht. Bild 4 verdeutlicht, daß sich der Aufwand von der operativen Instandsetzung (Einsatzbetreuung auf dem Feld) verlagert zu Instandhaltungsmaßnahmen in den Betriebswerkstätten (Durchsichten, vorbeugende Instandsetzung).
  - Dieser steigende Instandhaltungsaufwand zwingt zu sorgfältiger Planung und straffer Leitung der Instandhaltungsarbeiten.
  - Mit der Verbesserung der Verfügbarkeit durch intensivere Instandhaltungsmaßnahmen muß ein höheres Niveau in der Organisation und Leitung des Maschineneinsatzes in den LPG (P) und VEG (P) einhergehen. Nur dann bringt höhere Verfügbarkeit eine produktivere Ausnutzung und Einsatzzeit.
- Das Instandhaltungswesen trägt die Verantwortung für die technische Einsatzbereitschaft der landtechnischen Arbeitsmittel; ihre produktionswirksame Nutzung

ist die verantwortungsvolle Verpflichtung der sozialistischen Pflanzenproduktionsbetriebe.

### Literatur

- [1] Weber, H.; Rohde, M.: Theoretische Untersuchungen zur Verfügbarkeit von Maschinen und Maschinenketten in der Pflanzenproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsbericht 1971 (unveröffentlicht).
- [2] Ludley, H.: Analyse der Kapazitätsausnutzung der Maschinenkette für die Welkguternte. agrartechnik 29 (1979) H. 7, S. 310—313.
- [3] Autorenkollektiv: Katalog Technologischer Musterkarten der Pflanzenproduktion, 2. Auflage. Herausgeber: Landwirtschaftsausstellung der DDR, 1976.
- [4] Hübner, W.: Analyse der Zuckerrübenerte 1978 im VEG (P) Bandelstorf unter besonderer Berücksichtigung der Instandhaltung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [5] Kossakowski, W.: Analyse der Zuckerrübenerte 1978 in der LPG (P) Groß Stove unter besonderer Berücksichtigung des Hilfsprozesses Instandhaltung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [6] Voigt, G.: Analyse der Zuckerrübenerte in der LPG (P) „1. Mai“ Kavelstorf unter besonderer Berücksichtigung der Instandhaltung. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Diplomarbeit 1979 (unveröffentlicht).
- [7] Ludley, H.: Zur Theorie der Kontinuität technologischer Prozesse und ihre Anwendung beim Einsatz landtechnischer Arbeitsmittel in der Futtererte. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1979 (in Vorbereitung).
- [8] Rohde, M.: Untersuchungen zur Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion. Universität Rostock, Dissertation 1975. A 2532

## Rationalisierungsmittel zur vorbeugenden Instandhaltung

Dipl.-Ing. E. Zimmer, KDT, Ingenieurbüro für vorbeugende Instandhaltung Dresden

Dipl.-Ing. W. Maul, KDT, VEB Kreisbetrieb für Landtechnik „Vogtland“ Oelsnitz, Bezirk Karl-Marx-Stadt

### Zielstellung

Mit der sozialistischen Rationalisierung der vorbeugenden Instandhaltung wird das Ziel verfolgt, auf der Grundlage einer ordnungsgemäßen Bedienung und guter täglicher Pflege alle begründeten Maßnahmen effektiver, in höherer Qualität und in den landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen entsprechenden Zeitspannen auszuführen. Mit einem geringeren Arbeitsaufwand und einem niedrigeren Material- und Ersatzteilbedarf für die Instandsetzung bei degressiv ansteigender Einsatzverfügbarkeit ist zu rechnen, wenn die Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung vorschrittengerecht ausgeführt werden.

Die Extrapolation von Kostenfunktionen aus Untersuchungen einzelner Maschinentypen durch Rauch [1] in der DDR, für die Traktoren K-700 und T-150 K durch das Institut GOSNITI Moskau, von Maschinen aus Landwirtschaftsbetrieben des Bezirks Dresden durch Rößner [2] als auch die Optimierungsergebnisse von Gäbler [3] bestätigen, daß die Einsatzverfügbarkeit durchschnittlich um 6 bis 7% erhöht werden kann. Der dazu erforderliche höhere Aufwand

für die vorbeugende Instandhaltung um rd. 30,— M/ha LN (von 21,— M auf rd. 50,— M) führt darüber hinaus zur Senkung der Instandsetzungskosten. Wird darin der Anteil der Arbeitszeitkosten für Pflege mit rd. 65% und für Instandsetzung mit rd. 35% angesetzt, so stehen z. B., ausgehend vom gegenwärtigen Stand, einem Mehraufwand von 1 AKh für die Pflegedurchführung Einsparungsmöglichkeiten von 3,5 AKh in der Instandsetzung sowie ein reduzierbarer Material- und Ersatzteilkostenanteil von 15,— bis 18,— M gegenüber.

Das Erschließen dieses Arbeitsvermögens erfordert entwicklungsbedingt rationellere Technologien der vorbeugenden Instandhaltung.

### Stand des Pflegeniveaus

Eine statistische Untersuchung von zufällig ausgewählten, ökonomisch gut entwickelten Pflanzenproduktionsbetrieben aller Bezirke der DDR vermittelt wesentliche Erfahrungen für die weitere Vervollständigung des Netzes von Pflegestationen. Auf der Grundlage einer Punktebewertung bis 100 von weitgehend meßbaren Bewertungskriterien erfolgte eine Va-

riablenprüfung nach Standard TGL 14452, für die ein Stichprobenumfang aus 94 Betriebsanalysen im ausreichenden Umfang vorlag. Hinzuzufügen ist, daß die Auswertemethodik durch eine Reihe von statistischen Tests von Leopold/Borrmann [4] erprobt und bestätigt wurde.

Das Pflegeniveau in diesen durchschnittlich 6050 ha großen Pflanzenproduktionsbetrieben ist mit 68 Punkten, gemessen an den Aufgaben nach den Instandhaltungsvorschriften, unterentwickelt (Bild 1). Hierbei ist keine wesentliche Abhängigkeit von der Betriebsgröße nachweisbar. Schlußfolgernd ist die Verbesserung der Pflege nicht abhängig von der strukturellen Entwicklung und dem Rationalisierungszeitpunkt. Weitere detaillierte Ergebnisse erbringt eine Unterteilung des Pflegeniveaus nach Betrieben mit Neubau- oder Altbau-Pflegestationen in Gegenüberstellung zu Betrieben ohne spezialisierte Einrichtungen.

Sehr deutlich ist auch zu erkennen, daß die Organisationsform mit Pflegestationen, unabhängig von der Bauart, ein nahezu doppelt so hohes Niveau in der Praxis entwickelt hat. Das