

Möglichkeiten für das Verbessern der Effektivität und der Wirksamkeit der operativen Instandsetzung

Prof. Dr. sc. techn. C. Eichler, KDT/Dipl.-Ing. Susanne Saß, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Problematik und Zielstellung

Operative Instandsetzungen sind als Bestandteil der technischen Betreuung von im Einsatz befindlichen technischen Arbeitsmitteln für das Sichern einer hohen Dauerverfügbarkeit objektiv notwendig. Unter operativen Instandsetzungen wird das weitgehend konstruktionsgerechte Beseitigen von Schäden¹⁾ während des Einsatzes oder in den Pausen zwischen zwei Einsatzschichten verstanden. Sie beinhalten meist keine vorbeugenden Instandsetzungsmaßnahmen, jedoch können, falls technisch-ökonomisch zweckmäßig, damit auch Pflege- und Wartungsmaßnahmen verbunden werden.

Wenn bislang die agrotechnisch mögliche Einsatzzeit landtechnischer Arbeitsmittel nur zu 60 bis 80% produktiv genutzt wurde [1, 2], so ist die Erhöhung der Verfügbarkeit auch mit Hilfe effektiv durchgeführter Maßnahmen der Instandsetzung über die damit mögliche bessere Ausnutzung der agrotechnischen Termine ein mittelbarer und bedeutsamer Beitrag zum Erhöhen und Stabilisieren der Erträge in der Pflanzenproduktion.

Gegenwärtig werden in der landwirtschaftlichen Hauptkampagne etwa 30 000 hochqualifizierte Arbeitskräfte in Werksstätten und in mobilen Komplexbetreuungseinrichtungen für die Durchführung operativer Instandsetzungen eingesetzt. Bei den am Einsatzort der zu betreuenden landtechnischen Arbeitsmittel stationierten Komplexbetreuern wird deren Arbeitszeit nur zu maximal 40 bis 60% produktiv mit Instandsetzungsarbeiten, die ihre Qualifikation erfordern, ausgelastet [3]. In der landwirtschaftlichen Hauptkampagne fehlen gegenwärtig 10 000 bis 15 000 Mechanisatoren für die Bedienung der Maschinen. Damit liegt der Gedanke nahe, durch effektivere Formen der operativen Instandsetzung bei Sicherung der einseitig geforderten Verfügbarkeit der landtechnischen Arbeitsmittel Arbeitskräfte aus dem Bereich Instandhaltung für den Einsatz als Mechanisatoren freizusetzen.

Wissenschaftlich-technische Arbeiten zur operativen Instandsetzung in der Landtechnik,

vor allem von Scharf [4, 5, 6], Stegemann [7], Mund [8, 9, 10, 11, 12] und Saß [3, 13, 14] führen in Verbindung mit Grundlagen der Operationsforschung, z. B. in [15, 16], zu Erkenntnissen, deren Nutzung Möglichkeiten für das Steigern der Effektivität operativer Instandsetzungen zeigt.

Nachfolgend sollen neben dem Hinweis auf die zu diesem Problembereich vorliegenden Veröffentlichungen vornehmlich technisch-organisatorische Einflüsse auf die effektive Gestaltung der operativen Instandsetzung von Maschinen für die Pflanzenproduktion dargestellt werden und Hinweise für die optimalen Anwendungsbereiche verschiedener Organisationsformen der Komplexbetreuung gegeben werden.

2. Ursprung der operativen Instandsetzung und auf sie wirkende Haupteinflußgrößen

Die Definitionsgleichung für die Dauerverfügbarkeit in einer für das vorliegende Problem zugeschnittenen Darstellung —

$$\bar{V} = \frac{T_{02}}{T_{02} + \sum_{i=1}^{j=m} \bar{T}_{iSi} \frac{T_{02}}{mtbf_i}} \quad (1)$$

\bar{V}	Dauerverfügbarkeit im Intervall T_{02}
T_{02}	Operativzeit
\bar{T}_{iSi}	mittlere instandsetzungsbedingte Stillstandszeit für die Beseitigung des Schadens i
$mtbf_i$	mittlerer Ausfallabstand zwischen zwei Schäden i
m	Anzahl der möglichen Schäden am betrachteten technischen Arbeitsmittel

— zeigt, daß das Reduzieren der instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten und das Vergrößern des Ausfallabstands (beide sind oft exponentiell verteilte Zufallsvariable) wichtige Wege zum Vergrößern der Dauerverfügbarkeit weisen.

Der Ausfallabstand ist eine Kenngröße der Zuverlässigkeit des technischen Arbeitsmittels. Er wird durch folgende Größen bestimmt:

- durch Herstellungsqualität und Instandsetzungsqualität sowie Qualifikation der Mechanisatoren bedingte Zufallsausfälle
- durch Konstruktion und Einsatz bedingte Abnutzungsausfälle

— durch Einsatz und Qualifikation der Mechanisatoren sowie Konstruktion bedingte Zufallsausfälle.

Abnutzungsausfälle können durch vorbeugende Instandsetzungen (z. B. Kampagnefestinstandsetzungen) weitestgehend vermieden werden. Die Frühausfälle und die Zufallsausfälle sind — gute Qualität der vorbeugenden Instandsetzung vorausgesetzt — die Ursache für die Notwendigkeit operativer Instandsetzungen.

Im Bild 1 sind Verläufe der Schadenshäufigkeit (näherungsweise vergleichbar mit der Ausfallrate) ausgewählter Halmfruchtermaschinen dargestellt, die im Jahr 1981 in drei landwirtschaftlichen Betrieben des Bezirks Rostock ermittelt wurden. Es ist trotz der sehr kleinen Stichproben zu erkennen, daß die zwar mit dem Fortschritt der Einsatzkampagne abnehmenden Frühausfälle einen bedeutenden Umfang annehmen und bis zu einem Drittel der Kampagnelänge noch auftreten. Weiterhin ist ersichtlich, daß die von der Betriebsdauer unabhängig auftretenden Zufallsausfälle dominieren und daß in den untersuchten Fällen Abnutzungsausfälle (deren Rate mit der Betriebsdauer ansteigen muß) offensichtlich nicht auftreten. Damit besteht eine notwendige Voraussetzung für die Erhöhung der Verfügbarkeit, die Qualität der vorbeugenden Instandsetzung, die Qualifikation der Mechanisatoren und die Kampagnebeginnüberprüfungen (Nulldurchsichten) so zu verbessern, daß die Frühausfälle weitestgehend vermieden werden. Auf der Basis einer Analyse der Ursachen von Zufallsausfällen müssen Maßnahmen zur konstruktiven Sicherung gegen Überlastung, zum Verbessern der Einsatzbedingungen und zum Vermeiden von Fehlbedienungen eingeleitet werden, um die Zufallsausfallrate auf ein unvermeidbares Maß zu reduzieren.

Die instandsetzungsbedingte Stillstandszeit setzt sich in Abhängigkeit von der Organisationsform der Einsatzbetreuung und von der Technologie der operativen Instandsetzung aus der eigentlichen technologischen Instandsetzungszeit für Fehlersuche, Information, Transport, Demontage, Schadensaufnahme, Montage, Prüfung u. a. m. und den organisatorisch bedingten Verlustzeiten, wie Wartezeiten auf Instandsetzung, Informationszeiten, Transportzeiten, Zeiten für die Beschaffung von Ersatzelementen u. a. m., zusammen. Während die eigentliche technologische Instandsetzungszeit nach Angaben von Stegemann [7] über den Einsatz mehrerer Arbeitskräfte, über die Anwendung arbeitssparender Vorrichtungen u. a. m. nur in relativ geringem Maß um 10 bis 20% beeinflusst werden kann, unterliegen die organisatorisch bedingten Verlustzeiten wesentlichen Einflüssen, die vor allem durch die Organisationsform der Einsatzbetreuung bestimmt werden.

3. Wirkung ausgewählter Einflußfaktoren auf die Effektivität und den Aufwand für die operative Instandsetzung

Der notwendige Aufwand für die operative Instandsetzung und deren Wirkung auf die Verfügbarkeit landtechnischer Arbeitsmittel

1) Als Schaden wird hier entsprechend dem Standard TGL 26096/01 der Verlust der Arbeitsfähigkeit bezeichnet.

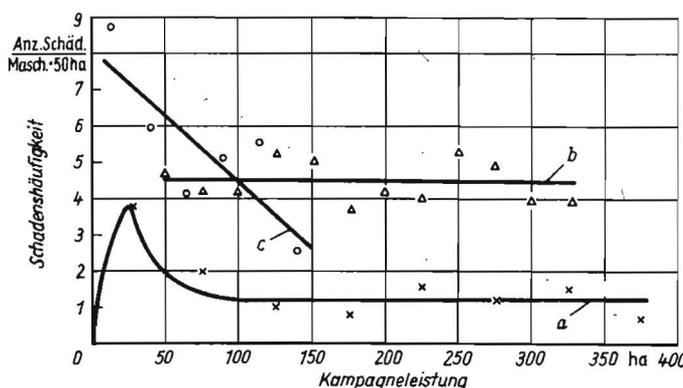


Bild 1 Schadenshäufigkeit in Abhängigkeit von der Kampagnelleistung; a Strohpressenkomplex K 453 (5 Maschinen), b Schwadmäherkomplex E 301 (5 Maschinen), c Schwadmäherkomplex E 301 (3 Maschinen)

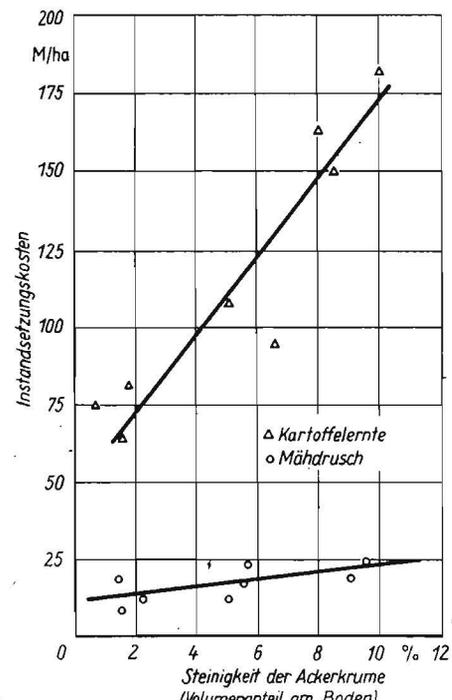
Tafel I. Einflußfaktoren auf die operative Instandsetzung

standortbedingte	einsatzorganisatorische	instandhaltungsorganisatorische	technisch-konstruktive	einsatztechnologische	instandhaltungstechnologische
— Bodenverhältnisse	— Komplexgröße	— Ersatzteilverorrattung	— Maschinentyp	— agrotechnische Forderung	— Instandsetzungszeit
— Schlagform	— Qualifikation, Bewußtsein, Erfahrungen	— Ausrüstung und Kapazität der Werkstattwagen	— Kompliziertheitsgrad der Technik	— Fruchtart	— Verfügbarkeit der Maschinen
— Entfernungen (Werkstattwagen am Schlag — Werkstatt)	— Organisationsvermögen der verantwortlichen Leiter	— Qualifikation, Bewußtsein und Erfahrungen der Schlosser	— Schädigungsverhalten	— mögliche tägliche Einsatzzeit	— Ausnutzungsgrad der Arbeitskräfte
— Witterung, Klima, Jahreszeit		— vorbeugende Instandhaltung vor und während der Kampagne	— Instandsetzbarkeit der Maschinen	— Schlaggröße	
— Niveau der Ackerkultur		— Niveau der Pflege und Wartung		— Komplexgröße	
				— Arbeitszeitregime	

wird durch viele Faktoren (Tafel I) bestimmt. Über die quantitative Wirkung der einzelnen Faktoren ist bislang relativ wenig bekannt. Das Nichtbeachten der komplexen Wirkung aller dieser Faktoren und die Unkenntnis über ihre quantitative Wirkung sind oft Ursache für Fehlentscheidungen, die besonders im Einsatz relativ zu großer Kapazitäten für die operative Instandsetzung sichtbar werden. Wie in [3, 13] gezeigt, haben von der Vielzahl der praktisch angewendeten und theoretisch möglichen Organisationsformen der operativen Instandsetzung folgende 6 Varianten eine besondere Bedeutung:

- Feldbetreuung mit Werkstattwagen und Instandsetzungsspezialisten
- Feldbetreuung mit Werkstattwagen, Instandsetzungsspezialisten und Reservemaschine (kalte Redundanz)

Bild 2. Abhängigkeit der Kosten für die operative Instandsetzung vom Steingehalt des Ackerbodens bei Maschinen für Mähdrusch und Kartoffelernte



- Feldbetreuung mit Werkstattwagen und Instandsetzungsspezialisten für die Betreuung mehrerer an verschiedenen Einsatzorten betriebener landtechnischer Arbeitsmittel
 - Feldbetreuung mit Werkstattwagen und „Selbstbedienung“ durch die Mechanisatoren
 - Feldbetreuung mit Werkstattwagen und zeitweilig als Mechanisator eingesetztem Instandsetzungsspezialisten
 - Betreuung durch eine stationäre Instandsetzungseinrichtung.
- Zum Bestimmen der optimalen Anwendungsbereiche der genannten Organisationsformen und ihrer Eigenschaften, vor allem in ihrer Wirkung auf die Dauerverfügbarkeit in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit des landtechnischen Arbeitsmittels und der Anzahl der

Bild 3. Abhängigkeit der Kosten für die operative Instandsetzung von den Erfahrungen der Schlosser und Mechanisatoren

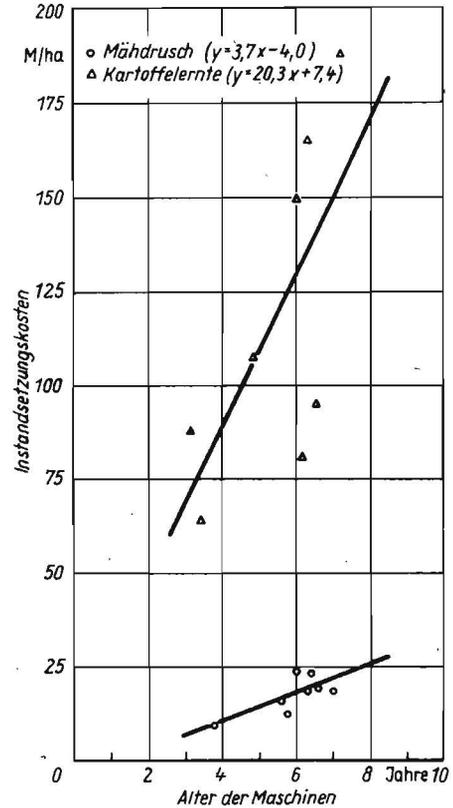
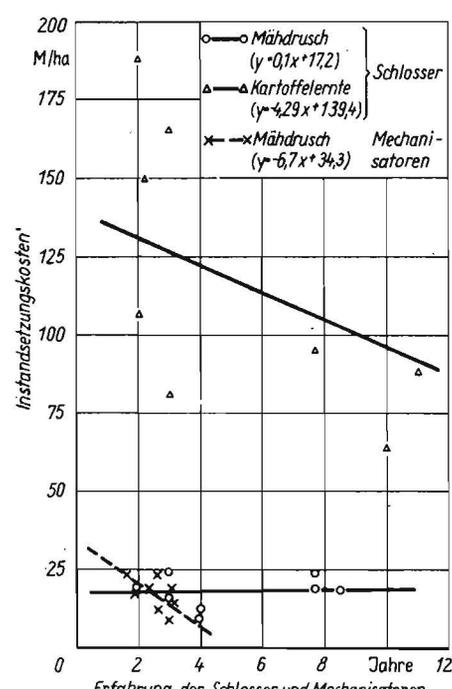


Bild 4. Abhängigkeit der Kosten für die operative Instandsetzung vom Alter der Maschinen

eingesetzten Instandsetzungsspezialisten, wurden mit mathematischen Modellen weite Parameterbereiche durchgerechnet [14]. Dabei wurden Grundlagen der Bedienungstheorie eingesetzt.

Von den in Tafel 1 aufgeführten standortbedingten Einflußfaktoren haben besonders die Bodenverhältnisse und das Niveau der Ackerkultur großen Einfluß auf die erforderlichen Kapazitäten für die operative Instandsetzung. Im Bild 2 ist die Abhängigkeit der für die operative Instandsetzung aufgewendeten Instandsetzungskosten (als Maß für den Bedarf an operativer Instandsetzung) vom Steingehalt der Ackerkrume dargestellt. Aus dem Anstieg der Regressionsgeraden für die Kartoffelerntemaschinen können Schlüsse auf die notwendige Vergrößerung der Kapazität für die operative Instandsetzung bei größerem Steingehalt gezogen werden. Ein wichtiger einsatzorganisatorischer Einfluß ist die Qualifikation der Mechanisatoren und der Instandsetzungsspezialisten. Versucht wurde, diesen Einfluß durch die Dauer der Berufserfahrung mit der Bedienung oder Instandsetzung der jeweiligen Maschinenart zu erfassen. Werden wieder die Instandsetzungskosten als Maß für den Bedarf an operativen Instandsetzungskosten betrachtet, so ist in den meisten Fällen ein deutlicher Abfall des Bedarfs an operativen Instandsetzungen mit der Verlängerung der Berufserfahrung festzustellen. Dabei scheinen Unterschiede zwischen Maschinenarten zu bestehen. Ersichtlich ist auch, daß langjährig erfahrene Instandsetzungsspezialisten häufiger sind als langjährig erfahrene Mechanisatoren (Bild 3).

Im Bild 4 wird die Abhängigkeit der Kosten für die operative Instandsetzung vom Alter der zu betreuenden landtechnischen Arbeitsmittel gezeigt. Für ältere landtechnische Arbeitsmittel sind größere Kapazitäten für die operative Instandsetzung zur Verfügung zu stellen. Da die Untersuchungen unter gleichen Einsatzbedin-

gungen durchgeführt wurden, ist zu vermuten, daß das Ansteigen des operativen Instandsetzungsaufwands mit der Zunahme von Ermüdungsschäden entsteht. Deshalb ist in der vorbeugenden Instandsetzung der Ermüdung wirksamer zu begegnen. Es sei darauf hingewiesen, daß der im Bild 4 dargestellte Verlauf der Kosten für die operative Instandsetzung nicht mit dem nachgewiesenen degressiven Anstieg der Gesamtinstandsetzungskosten über dem Alter der landtechnischen Arbeitsmittel verwechselt werden darf [17]. Obwohl den Bildern 2 bis 4 noch relativ kleine

Stichproben zugrunde liegen und die dargestellten Regressionsgeraden nur gering statistisch gesichert sind, kann man die Tendenzen erkennen. Der Einfluß der Zuverlässigkeit, der Instandsetzungstechnologie und anderer Größen wurde in Modellrechnungen und Praxisuntersuchungen geprüft. Um die Aussagen multivalenten verwendbar zu machen, wurde für das Kennzeichnen der Zuverlässigkeit und des operativen Instandsetzungsaufwands der Vergleichskoeffizient ρ wie folgt definiert:

$$\rho = \frac{\bar{T}_{IS} + \bar{T}_{TR} + \bar{T}_{VA}}{mtbf} \quad (2)$$

Tafel 2. Berechnungsgleichungen für den Vergleichskoeffizienten ρ verschiedener Varianten der operativen Instandsetzung (Erklärung der Kurzzeichen s. Tafel 3)

Variante entsprechend Abschnitt 3	ρ
1	$\rho_1 = \frac{\bar{T}_{IS}}{mtbf}$
2	$\rho_2 = \frac{\bar{T}_A}{mtbf}$
3	$\rho_3 = \frac{\bar{T}_{IS} + \frac{s_T}{v_{fw}} + \bar{T}_{VA}}{mtbf}$
4	$\rho_4 = \frac{\bar{T}_{IS} + \frac{q \cdot s_w}{v_i}}{mtbf}$
5	$\rho_5 = \frac{\bar{T}_{IS} + 4 \cdot \frac{s_w}{v_i}}{mtbf}$
6	$\rho_6 = \frac{\bar{T}_{IS} + s_w / v_i}{mtbf}$

\bar{T}_{IS} mittlere Instandsetzungstechnologische Stillstandszeit für alle möglichen Schäden

\bar{T}_{TR} mittlere Transportzeit analog zu \bar{T}_{IS}

\bar{T}_{VA} mittlere Vorbereitungs- und Abschlußzeit analog zu \bar{T}_{IS}

Die Abhängigkeit der Dauerverfügbarkeit \bar{V} und des Ausnutzungskoeffizienten der Instandsetzungsspezialisten AB vom Vergleichskoeffizienten ρ , von der Anzahl der gleichzeitig zu betreuenden landtechnischen Arbeitsmittel (beispielsweise Komplexgröße) m und von der Anzahl der eingesetzten Instandsetzungsspezialisten s ist im Bild 5 dargestellt. Der o.g. Vergleichskoeffizient ρ ist für die einzelnen Organisationsformen der operativen Instandsetzung spezifisch zu definieren. Für Variante 1 gilt (s. a. Tafeln 2 und 3):

$$\rho_1 = \frac{\bar{T}_{IS}}{mtbf} \quad (3)$$

In Tafel 4 sind unter den Einsatzbedingungen der DDR in den Jahren 1978 bis 1981 ermittelte Mittelwerte für ρ angegeben.

Aus Bild 5 (bezogen auf Variante 1) sind für die Wahl der einzusetzenden Kapazitäten der operativen Instandsetzung u.a. folgende Schlussfolgerungen abzuleiten:

- Bei gleichem Zuverlässigkeits-Instandsetzungsverhalten ρ und gleicher zu betreuender Anzahl landtechnischer Arbeitsmittel bringt die Vergrößerung der Betreuungskapazität, besonders bei kleinen m , nur unwesentliche Zunahmen der Dauerverfügbarkeit.
- Bei $\rho < 0,04$ wird unabhängig von den Größen m und s eine hohe Verfügbarkeit erreicht. Dieser Wert sollte bei Neukonstruktionen angestrebt werden.
- Eine Verkleinerung der Komplexe der Erntemaschinen würde einen Mehrbedarf an Instandsetzungsspezialisten erfordern, um die gleiche Dauerverfügbarkeit zu sichern.

Die Darstellung im Bild 6 bestätigt in ihrer

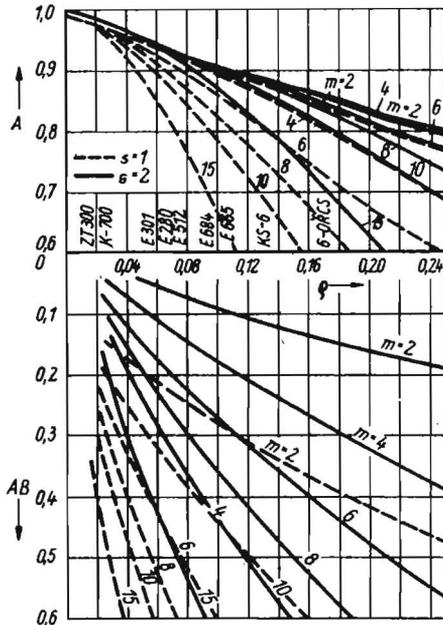
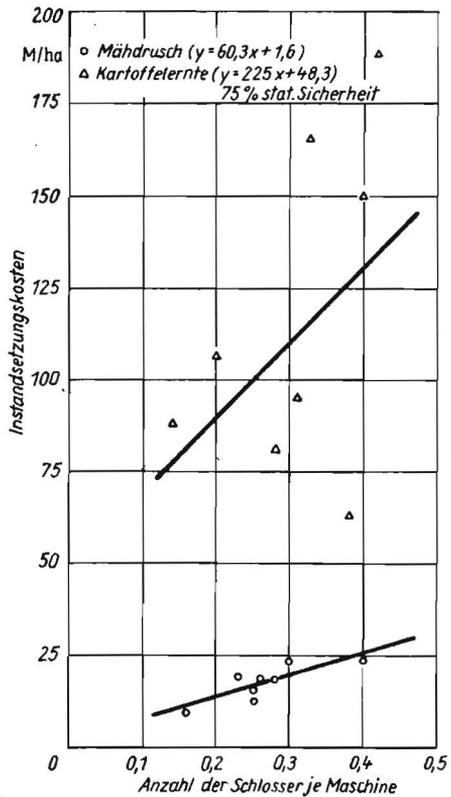


Bild 5. Abhängigkeit der Verfügbarkeit A und des Ausnutzungsgrades AB von ρ für verschiedene Anzahl von Maschinen und Schlossern

Bild 6. Abhängigkeit der Instandsetzungskosten von der Anzahl der Schlosser je Maschine



Bezeichnung	\bar{x}	Streubreite	
mittlere Fahrgeschwindigkeit auf dem Schlag v_{fs}	km/h	8	6...10
mittlere Fahrgeschwindigkeit der Landmaschine zur Werkstatt v_l	km/h	15	10...25
mittlere Fahrgeschwindigkeit des Werkstattwagens v_{fw}	km/h	30	20...50
mittlere Entfernung der Maschine zum Werkstattwagen auf dem Schlag s_l	km	0,5	0,3...2
mittlere Entfernung vom Schlag zur Werkstatt s_w	km	5	2,4...12
Vorbereitungs- und Abschlußzeit bei Ortswechsel des Werkstattwagens T_{VA}	h	0,1	0,08...0,25
mittlere Entfernung von Schlag zu Schlag s_T	km	2	0,5...5
Anteil der ausgefallenen Maschinen, die in die Werkstatt müssen, q		Grundtechnik	$q = 0,15$
		Traktoren	$q = 0,30$
		Erntetechnik	$q = 0,45$

Tafel 3 Mittelwerte und Streubreite bestimmter Eingabegrößen

Maschinen-typ	\bar{T}_{IS} h	mtbf h	ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_4	ρ_5	ρ_6
E 512	1,4	14	0,10	0,04	0,12	0,14	0,16	0,13
E 280	0,7	10	0,07	0,05	0,10	0,12	0,15	0,12
E 301	0,5	8,5	0,06	0,06	0,09	0,12	0,15	0,11
6-OCS	1,7	10	0,17	0,05	0,20	0,31	0,25	0,22
KS-6	1,6	12	0,13	0,04	0,16	0,26	0,20	0,17
+ 26-OCS	1,7	11	0,15	0,05	0,19	0,29	0,23	0,20
E 665	2,1	18	0,12	0,03	0,13	0,16	0,16	0,14
E 685	2,2	20	0,11	0,03	0,13	0,15	0,15	0,13
MTS-50								
+ E 684	2,4	16	0,15	0,03	0,16	0,17	0,16	0,17

Tafel 4 Mittlere Instandsetzungszeiten, Ausfallabstände und Vergleichskoeffizienten ausgewählter landtechnischer Arbeitsmittel unter Einsatzbedingungen der DDR 1978/81

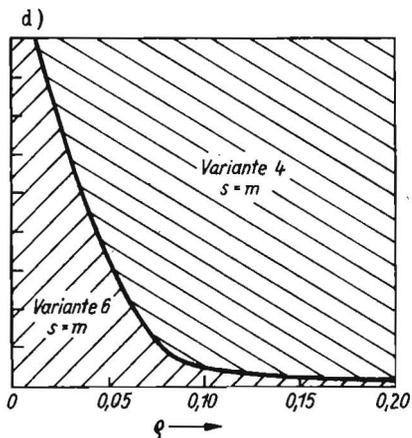
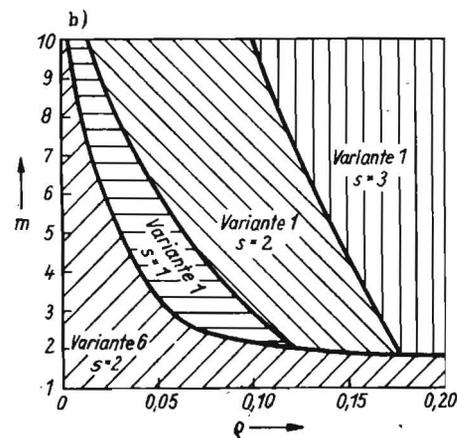
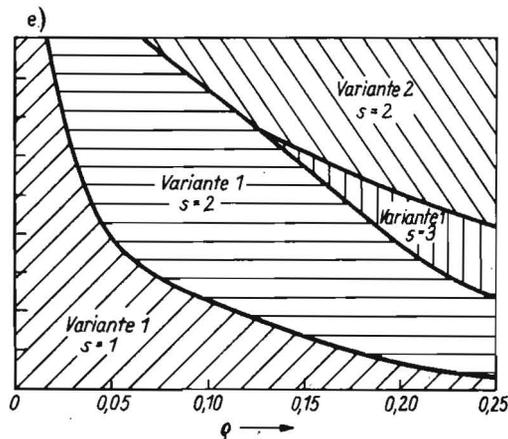
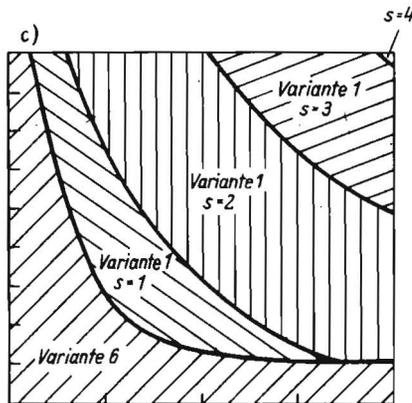
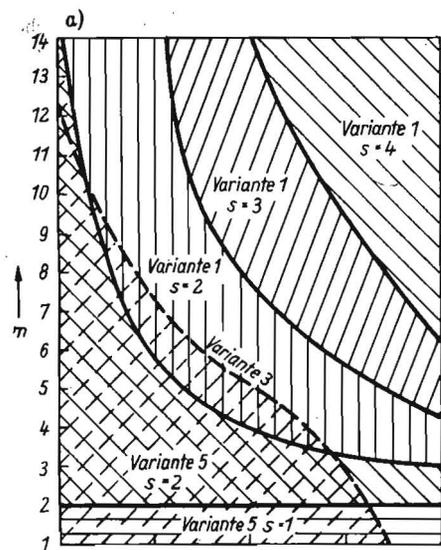


Bild 7. Variantenoptimierung in Abhängigkeit von der Komplexgröße und vom Schädigungsverhalten am Beispiel ausgewählter Maschinentypen:
 a) Mährescher E 512
 b) Feldhäcksler E 280
 c) Schwadmäher E 301
 d) Kartoffelernte mit Traktor MTS-50 und Rodelader E 684
 e) Zuckerrübenernte mit n Rübenrodeladern KS-6 und 2n Köpfladern 6-OCS

Grundaussage die im Bild 5 gezeigten Berechnungsergebnisse.

4. Auswahl der optimalen Organisationsform für die operative Instandsetzung

Die in [3, 13] vorgestellten Lösungswege für dieses wichtige Problem haben den Nachteil großen rechnerischen Aufwands. Werden die Optimalwerte der dort berechneten Vergleichskosten (Summe aus Instandsetzungslohn, Aufwendungen für Instandsetzungseinrichtungen und instandsetzungsbedingten Mehrkosten/Ausfallverlusten) als maschinen-typspezifische Größen über dem Vergleichskoeffizienten q aufgetragen, so werden die kostenoptimalen Anwendungsbereiche der jeweiligen Organisationsformen (Varianten) dargestellt. Das Problem besteht lediglich darin, daß q für die einzelnen Varianten gemäß Tafel 2 spezifisch berechnet werden muß. Im Bild 7 sind für ausgewählte Maschinentypen und für die in Tafel 3 angegebenen Bedingungen diese optimalen Anwendungsbereiche angegeben. Es zeigt sich, daß die einzelnen Organisationsformen spezifische Anwendungsbereiche haben. Es wird empfohlen, unter Anwendung der Beziehungen in Tafel 2 zu prüfen, ob die DDR-Mittelwerte für q unter den jeweiligen örtlichen Bedingungen anwendbar sind. Bei Vorliegen dieser Gültigkeit könnte unmittelbar unter Verwendung der zu betreuenden Komplexgröße die optimale Organisationsform ermittelt werden. Im anderen Fall müßten die jeweils örtlich spezifischen Vergleichskoeffizienten berechnet werden.

5. Zusammenfassung

Spezifische Bedingungen der Konstruktion, agrartechnik · 32. Jg. · Heft 6 · Juni 1982

der Instandhaltung und der Technologie der landwirtschaftlichen Produktion haben bedeutsamen Einfluß auf die für das Sichern einer bestimmten Dauerverfügbarkeit erforderliche Kapazität für die operative Instandsetzung. Das Beachten dieser Einflußgrößen erschließt Möglichkeiten, die operative Instandsetzung zum Nutzen der Pflanzenproduktion effektiver zu gestalten.

Literatur

- [1] Mätzold, G.: Produktive Nutzung der Maschineneinsatzzeit in der Pflanzenproduktion — eine Aufgabe der Instandhaltung. agrartechnik 29 (1979) H. 12, S. 532—534.
- [2] Mätzold, G.; Eichler, C.; Mittag, U.; Plötner, K.: Die Lösung landtechnischer Probleme als komplexe Aufgabe interdisziplinärer Zusammenarbeit. In: Referate der 4. Wissenschaftlichen Tagung der Sektion Landtechnik der Wilhelm-Pieck-Universität Rostock vom 29. bis 30. Jan. 1981, Teil I.
- [3] Saß, S.: Vergleich verschiedener Varianten der operativen Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel. agrartechnik 31 (1981) H. 1, S. 14—17.
- [4] Scharf, U.: Beitrag zur Optimierung der operativen Instandsetzung von Maschinenketten in der Landtechnik. Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1975.
- [5] Scharf, U.; Stegemann, G.: Grundlagen für die technologische Arbeit in der operativen Instandsetzung von Maschinen der Pflanzenproduktion. agrartechnik 29 (1979) H. 11, S. 514—516.
- [6] Scharf, U.; Stegemann, G.: Technologische Vorbereitung in der operativen Instandsetzung. agrartechnik 29 (1979) H. 12, S. 539—543.
- [7] Stegemann, G.: Beitrag zur Gestaltung, Bemessung und Bewertung technologischer Prozesse der operativen Instandsetzung in der Landtech-

nik. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Dissertation 1981.

- [8] Mund, H.: Arbeitskräfteplanung für die operative Instandsetzung landtechnischer Arbeitsmittel der Pflanzenproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Dissertation 1982.
- [9] Mund, H.: Zu einigen Problemen der Ermittlung des erforderlichen Arbeitskräftebesatzes für die operative Instandsetzung. agrartechnik 30 (1980) H. 9, S. 386—388.
- [10] Mund, H.: Bestimmung der Kapazitäten für die operative Instandsetzung landtechnischer Arbeitsmittel. agrartechnik 29 (1979) H. 10, S. 470—472.
- [11] Stolz, R.; Mund, H.: Beziehungen zwischen Komplexgröße und operativer Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel der Pflanzenproduktion. agrartechnik 29 (1979) H. 9, S. 389—391.
- [12] Falk, E.; Schumann, G.; Mund, H.; Saß, S.: Methoden der operativen Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel der Pflanzenproduktion. agrartechnik 29 (1979) H. 12, S. 537—539.
- [13] Saß, S.: Auswahl der optimalen Variante für die Komplexbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel am Beispiel der Zuckerrübenerntetechnik. agrartechnik 31 (1981) H. 12, S. 556—557.
- [14] Saß, S.: Rationelle Methoden der operativen Einsatzbetreuung landtechnischer Arbeitsmittel in der Pflanzenproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik, Forschungsabschlußbericht 1981 (unveröffentlicht).
- [15] Krampe, H.; Kubat, J.; Runge, W.: Bedienungsmodelle — ein Leitfaden für die Praxis. Berlin: VEB Verlag Die Wirtschaft 1974.
- [16] Berten B.; Runge, W.: Analytische Modellierungen und Optimierung von Instandhaltungssystemen als geschlossene Wartesysteme. Elektronische Informationsverarbeitung und Kybernetik 16 (1980) H. 10—12, S. 621—634.
- [17] Eichler, C.; Ihle, G.: Entwicklungstendenzen der Instandhaltungstechnik. agrartechnik 29 (1979) H. 12, S. 527—531.