

Instandhaltungsqualität und ihr Einfluß auf die Nutzung von Traktoren und Landmaschinen

Prof. Dr. sc. techn. C. Eichler, KDT, Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Sektion Landtechnik

1. Zum Qualitätsbegriff in der Instandhaltung

Qualität ist die Gesamtheit der Eigenschaften eines Erzeugnisses, die seine Eignung für einen bestimmten Verwendungszweck bestimmen. Solche Eigenschaften sind zum Beispiel die Zuverlässigkeit, die unter definierten Bedingungen damit erreichbare Produktivität und Arbeitsgüte, die unter definierten Bedingungen bei seiner Nutzung entstehenden Aufwendungen, die ergonomischen Eigenschaften und die Instandhaltbarkeit. Bezogen auf die Instandhaltung, kann man damit von der *Qualität instand gehaltener Objekte* (Traktoren und Landmaschinen) sprechen, wobei ein Vergleich mit den Qualitätsparametern des entsprechenden fabrikneuen Objekts notwendig ist. Da die Qualität eines Erzeugnisses das Ergebnis vorgelagerter Prozesse (Herstellung, Lagerung, Transport – im betrachteten Fall Instandhaltung) ist, erhebt sich die Frage, wie der Qualitätsbegriff für diese Prozesse anzuwenden ist. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Philosophie die Qualität als die „innere wesentliche Bestimmtheit der Gegenstände, Erscheinungen und Prozesse der objektiven Realität“ bezeichnet. Daher erscheint es mithin sinnvoll, in der Instandhaltung den Qualitätsbegriff in zweifacher Richtung mit unterschiedlichen, dialektisch miteinander verbundenem Inhalt anzuwenden:

- *Qualität der Instandhaltung*: Eigenschaften des Instandhaltungsprozesses (technologische Parameter, organisatorische Algorithmen, Aufwandsdaten u. a. m.), mit denen mit einer definierten Wahrscheinlichkeit über einen definierten Zeitraum bestimmte Eigenschaften der Instandhaltungsobjekte erhalten oder wieder hergestellt werden.
- *Qualität der instand gehaltenen Objekte*: Eigenschaften der Objekte (Traktor oder Landmaschine) für die Erfüllung der an sie gestellten agrotechnischen Forderungen unter definierten Bedingungen im Ergebnis des Instandhaltungsprozesses.

Da die Schädigungsprozesse den Umfang und die Wirkung der Instandhaltung bestimmen und von den Einsatzbedingungen des Traktors oder der Landmaschine abhängig sind, muß bei Betrachtungen der Qualität immer auf die quantifizierten Betriebsbedingungen als notwendiges Kriterium hingewiesen werden. Die Nutzung (Exploitation) von Traktoren und Landmaschinen ist ein sehr weites Gebiet. Im Sinne der hier auf Instandhaltungsprobleme orientierten Betrachtung soll die Effektivität der Nutzung mit der Zuverlässigkeit, der Verfügbarkeit und dem notwendigen Instandhaltungsaufwand (dargestellt als Instandhaltungskosten) gekennzeichnet werden. Dabei wird vorausgesetzt, daß die jeweils betrachteten Traktoren oder Landmaschinen die an sie in den agrotechnischen Forderungen gestellten funktionellen Parameter auch im instand gehaltenen Zustand innerhalb zulässiger Toleranzgrenzen erfüllen. Im Bild 1 sind die Einflußbereiche auf die zum Charakterisieren der Effektivität der Ma-

schinennutzung wichtige Kenngröße „technische Verfügbarkeit“ zusammengestellt. Es zeigt sich, daß diese von der Qualität der Instandhaltung vor allem über den Ausfallabstand (tbf) beeinflußt wird. Die Ausfalldauer (ΔT_A) wird darüber nur mittelbar beeinflußt. Bei der Messung der Zuverlässigkeit müssen in diesem Fall zur Bewertung der Qualität der Instandhaltung die echten Zufallsausfälle (betriebsdauerabhängige Ausfallrate) vernachlässigt werden, da diese von der Instandhaltung nicht direkt beeinflußt werden können. Bei der Berechnung der Verfügbarkeit nach der bekannten Beziehung dürfen nur die technisch verursachten instandhaltungsbedingten Stillstandszeiten berücksichtigt werden. Ebenso sollen hier auch die durch organisatorische Mängel erhöhten instandhaltungsbedingten Stillstandszeiten vernachlässigt werden.

2. Möglichkeiten und Probleme der Bewertung der Instandhaltungsqualität

2.1. Qualität der Instandhaltung

In technologischen Vorschriften werden die für das Erreichen einer bestimmten Qualität des Instandhaltungsobjekts erforderlichen Parameter mit entsprechenden zulässigen Toleranzen festgelegt. Im Normalfall sind für Pflege, Instandsetzung von Einzelteilen und für ihre Zuordnung bei der Remontage die vom Konstrukteur während der Entwicklung der Neumaschine getroffenen Festlegungen

bindend. Dieses Niveau der Instandhaltung wird als *konstruktionsgerechte Instandhaltung* bezeichnet. In speziellen Fällen werden für den Instandhaltungsprozess besondere Parameter festgelegt.

Der effektive Einsatz von Traktoren und Landmaschinen erfordert die Sicherung einer entsprechend den realisierbaren Möglichkeiten des wissenschaftlich-technischen Fortschritts kostenoptimalen Zuverlässigkeit und technischen Verfügbarkeit, d. h. *modernste Instandhaltungsverfahren*. Inwieweit das erreicht wird, ist ebenfalls Ausdruck der Qualität der Instandhaltung. Ebenso hat das sichere Anwenden modernster Instandhaltungsverfahren über längere Zeitintervalle größte Bedeutung, d. h. die *technologische Disziplin* in der Instandhaltung ist ebenfalls Ausdruck ihrer Qualität. Bedeutsame Mittel zum Einhalten der geforderten Instandhaltungsqualität sind Qualitätssicherungssysteme.

2.2. Qualität instand gehaltener Objekte

Für die Bewertung der Qualität instand gehaltener Objekte können die in der Bewertung der Zuverlässigkeit und Instandhaltungsseignung bewährten Kenngrößen benutzt werden. In der DDR werden, ausgehend von Ihle [1], entsprechend den Standards TGL 20987/02 [2] und TGL 26096/01 [3] die in Tafel 1 zusammengestellten Kenngrößen angewendet [4].

Zum Vergleich von fabrikneuen und instand

Tafel 1. Kenngrößen für die Beurteilung der Qualität instand gehaltener Objekte nach [1]

Objekt	Zuverlässigkeitskenngröße	Bezugsgröße
Maschine	mittlerer Ausfallabstand Verfügbarkeit maximal zulässige instandhaltungsbedingte Stillstandszeit Mindestgrenznutzungsdauer bis zur Grundüberholung	Normjahresleistung Normjahresleistung Betriebsdauer zwischen zwei Grundüberholungen Betriebsdauer zwischen zwei Grundüberholungen
Baugruppe	mittlerer Ausfallabstand mittlere Lebensdauer bis zur Grundüberholung	Normjahresleistung Betriebsdauer zwischen zwei Grundüberholungen
Einzelteil	Überlebenswahrscheinlichkeit in definierten Betrachtungsintervallen	

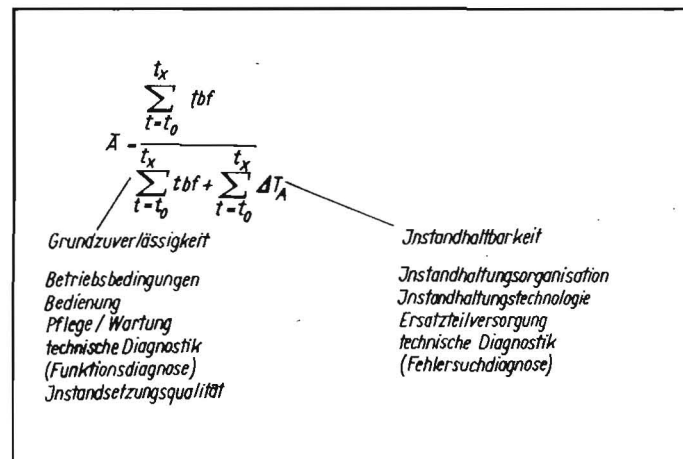


Bild 1
Einflußbereiche auf die Verfügbarkeit

gehaltenen Objekten ist der Quotient der entsprechenden Kenngrößen für instand gehaltenen Zustand und fabrikneuen Zustand geeignet.

Für einige spezielle Instandhaltungsprozesse müssen andere Kenngrößen benutzt werden. Für die technische Diagnose und die mit ihr zu verbindende Restbetriebsdauerprognose ist die Anzahl der plötzlichen Ausfälle oder die Anzahl der operativen Diagnosen in dem der planmäßigen Diagnose nachfolgenden planmäßigen Diagnoseintervall heranzuziehen [5].

In der Praxis bereitet das Messen der Qualität instand gehaltener Objekte Schwierigkeiten, da die Vielfalt der Einflüsse auf die Qualität und die nur bedingte Quantifizierbarkeit der Betriebsbedingungen instand gehaltener Objekte, vor allem bei Traktoren und Landmaschinen, relativ umfangreiche mathematisch-statistisch gesicherte Untersuchungen erfordern. Oft werden als Ersatz einfach registrierbare Kenngrößen, wie die Kalenderzeit zwischen zwei Grundüberholungen oder die Reklamationsrate, benutzt. Beide sind in den meisten Fällen für die hinreichend exakte Bewertung der Qualität instand gehaltener Objekte untauglich.

Daher sind der Praxis einfache Verfahren für eine schnelle Bewertung der Qualität der instand gehaltenen Objekte zur Verfügung zu stellen. Diese sollten auch den Nachteil der in Tafel 1 genannten Größen, bei denen die Qualitätsbestimmung oft erst Monate oder sogar Jahre nach der Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen möglich ist, weitgehend vermeiden. Zweckmäßige Meßgrößen scheinen die physikalisch-chemischen, die Schädigungsprozesse beeinflussenden Faktoren zu sein.

3. Einflüsse der Instandhaltungsqualität auf die Nutzung von Traktoren und Landmaschinen

3.1. Übersicht

Die drei Grundbestandteile der Instandhaltung – Pflege/Wartung, Überprüfung/Diagnose und Instandsetzung – haben in Abhängigkeit von ihrer Qualität Einfluß auf die Zuverlässigkeit.

Die *Pflege/Wartung* beeinflusst wegen ihrer Wirkung auf die Verringerung der Schädigungsgeschwindigkeit vor allem die effektive Lebensdauer der Elemente und damit die Betriebsdauer zwischen zwei Instandsetzungen (Teilinstandsetzungen und Grundüberholungen).

Die *Überprüfung/Diagnostik* wirkt über ihre Qualität in mehrere Zielrichtungen. Bei der Fehlersuchdiagnose zum Bestimmen des notwendigen Instandsetzungsumfanges bei der Beseitigung von Ausfällen bestimmt die Qualität der Diagnose den Instandsetzungsaufwand und die nachfolgende Betriebsdauer bis zur nächsten wiederherstellenden oder vorbeugenden Instandsetzung. Die Funktionsdiagnose bestimmt die Funktionsfähigkeit. Sie kann auch indirekt Einfluß auf die Schädigungsgeschwindigkeit haben. Die Restbetriebsdauerdiagnose beeinflusst über den Diagnosefehler und über die Restbetriebsdauerprognosefehler (einschließlich Fehler der Schädigungsgrenzen) den Instandsetzungsumfang, vor allem aber die Betriebsdauer bis zur nächsten Instandsetzung. Die Qualität der Überprüfung/Diagnose kann auch Einfluß auf die Auswahl der optimalen Instandhaltungsmethode und damit

Tafel 2
Prozentualer Anteil verschiedener Teilprozesse der Instandsetzung bezüglich der auftretenden Qualitätsmängel

Qualitätsmangel	Anteil bei hohem Umfang der Einzelteilinstandsetzung	Anteil bei geringem Umfang der Einzelteilinstandsetzung
Einzelteilinstandsetzung	40 ... 60	... 20
Schadensaufnahme	10 ... 30	10 ... 30
Vorschädigung	... 20	... 20
subjektiv bedingte Montagefehler	20 ... 40	40 ... 60

auf die Nutzung der Maschine haben. Die Qualität der *Instandsetzung* beeinflusst sowohl die Betriebsdauer bis zur nächsten vorbeugenden Instandsetzung (z. B. Grundüberholung) als auch den Ausfallabstand der instand gesetzten Objekte. Die Ursachen liegen in der Schadensaufnahme, in der Instandsetzung der Einzelteile, in vorschädigungsbedingten Werkstoffermüdungen, in vergrößerten Einbauspielen, nichtfluchtenden Wellensystemen u. a. m. Je nach dem verwendeten Anteil instand gesetzter Einzelteile und nach dem konstruktiven Aufbau des Instandsetzungsobjekts können die in Tafel 2 zusammengestellten Größenordnungen für die Ursachen von Qualitätsmängeln angenommen werden. Die prozentualen Anteile sagen nichts über die absoluten Zahlen der qualitätsbedingten Mängel aus. Außerdem unterliegen diese Angaben zeitlichen Veränderungen. Sie geben jedoch Hinweise für Schwerpunkte in der Verbesserung der Qualität instand gesetzter Objekte. Bei Traktoren und Landmaschinen wird die schädigungsbezogene Instandsetzungsqualität mit dem mittleren Ausfallabstand und mit der effektiven Lebensdauer bis zur nächsten Grundüberholung gemessen. Für beide kann in der DDR gegenwärtig angenommen werden, daß instand gesetzte Baugruppen von Traktoren und Landmaschinen 50 bis 70 % der jeweiligen Kennzahlen fabrikneuer Objekte erreichen. Bei instand gesetzten Einzelteilen liegt dieser Koeffizient in Abhängigkeit von der Vorschädigung (Ermüdung) im Bereich von 40 bis 120 %.

3.2. Qualität der Pflege und Wartung

Der Einfluß der Qualität der Pflege und Wartung auf die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Traktoren wurde in der DDR mehrfach mit gleichlautendem Ergebnis untersucht. Borrmann und Leopold [6] zeigen, daß gut gepflegte fabrikneue Traktorenbaugruppen eine um 1,2- bis 1,3fache mittlere effektive Lebensdauer bis zur nächsten Grundüberholung und gut gepflegte instand gesetzte Traktorenbaugruppen eine um 1,2- bis 1,4fache mittlere effektive Lebensdauer bis zur nächsten Grundüberholung aufweisen. Innerhalb der Betriebsdauer bis zur Verschrottung werden damit allein für die Grundüberholung von Traktorenbaugruppen in einer Gesamtnutzungsdauer von 15 Jahren bei schlechter Pflege 40 bis 60 % mehr Instandsetzungskosten als bei guter Pflege benötigt. Dabei ist die gegenwärtig schlechtere Qualität instand gesetzter Austauschbaugruppen gegenüber fabrikneuen Baugruppen berücksichtigt. Wenn es gelingen würde, die Qualität grundüberholter Baugruppen, gemessen an der effektiven Betriebsdauer bis zur nächsten Grundüberholung, auf das Niveau fabrikneuer zu bringen, dann würden durch schlechte Pflege lediglich bei Motoren 22 %, bei Getrieben 40 % und bei Vorderachsen des gleichen Traktorentyps in 15 Jahren 15 % mehr an Instandsetzungskosten auftreten. Es

ist ersichtlich, daß sich schlechte Pflege offenbar auf fabrikneue bzw. gut grundüberholte Baugruppen weniger negativ auswirkt. Berechnet man den Einfluß der durch schlechte Pflege hervorgerufenen instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten für den Austausch der Baugruppen Motor, Getriebe und Vorderachse, so liegt dieser bei 1 %. Der Einfluß der Pflege und Wartung auf die Nutzung von Traktoren und Landmaschinen wird sichtbarer, wenn der die Anzahl der plötzlichen Ausfälle bestimmende mittlere Ausfallabstand betrachtet wird. Mund [7] gibt an, daß der mittlere Ausfallabstand von Traktoren und Landmaschinen bei guter Pflege gegenüber schlechter Pflege um 25 bis 40 % größer ist. Der größere Wert gilt für mit dem Boden bzw. den Pflanzen in Berührung kommende Landmaschinen, der kleinere Wert gilt für Traktoren. Der Umfang je Schaden wird davon nicht beeinflusst. Beim Mähdescher E 512 würde danach bei Verbesserung der Pflege die technische Verfügbarkeit von 0,87 auf 0,91, also um rd. 4 %, gesteigert (den Berechnungen wurde eine Kampagneleistung von 140 ha zugrunde gelegt). Beim Traktor ZT 300 erhöht die Verbesserung der Pflege die technische Verfügbarkeit von 0,96 auf 0,97.

Daran zeigt sich, daß die Pflege wesentlichen Einfluß auf die Instandsetzungskosten, jedoch geringeren Einfluß auf die Verfügbarkeit hat. Der negative Einfluß schlechter Pflege bei Maschinen mit größeren Ausfallabständen ist kleiner als bei Maschinen mit kleineren Ausfallabständen.

3.3. Einfluß der Diagnosequalität auf die Zuverlässigkeit von Traktoren

Die Qualität einer Diagnose ist mit dem Diagnosefehler bewertbar. Schiroslawski [8] hat u. a. den Einfluß des Diagnosefehlers auf die optimalen Anwendungsbereiche der Instandhaltungsmethoden für Elemente untersucht. Im Bild 2 sind einige Ergebnisse für linearen Schädigungsverlauf und eine Streuung der Schädigungsbedingungen (Variationskoeffizient der Schädigungsgeschwindigkeit $V = 0,35$) dargestellt. Auf der Abszisse ist der Diagnoseaufwand, dargestellt als Quotient der Diagnosekosten und der Instandsetzungskosten, auf der Ordinate der reziproke Wert des Instandsetzungskostenverhältnisses D aufgetragen. Das Instandsetzungskostenverhältnis ist der Quotient aus den Instandsetzungskosten für die Beseitigung eines plötzlichen Ausfalls und den Kosten für die entsprechende vorbeugende Instandsetzung. Bei beiden sind jeweils sog. Ausfallverluste (Verluste und/oder zusätzliche Aufwendungen infolge der instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten) mit berücksichtigt. Im Bild 2 wird deutlich, daß der optimale Bereich der Instandhaltung nach Überprüfungen mit der Verbesserung der Qualität der Diagnose (proportional dem Diagnosefehler f_d gesetzt) zunimmt. Damit kann der Effekt der Instandhaltung nach Überprüfungen, mit

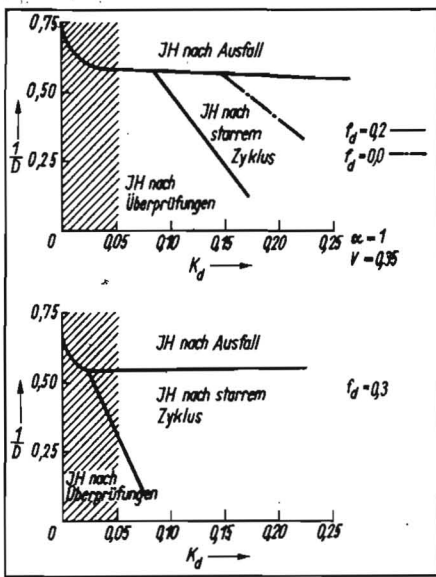


Bild 2. Anwendungsbereiche klassischer Instandhaltungsmethoden für Traktorenbaulemente nach [8]

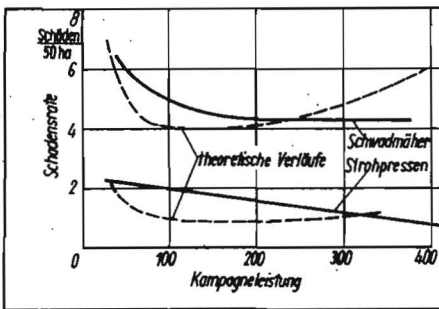


Bild 3. Schadensrate in Abhängigkeit von der Kampagneleistung ausgewählter Erntemaschinen im Bezirk Rostock (1980/81)

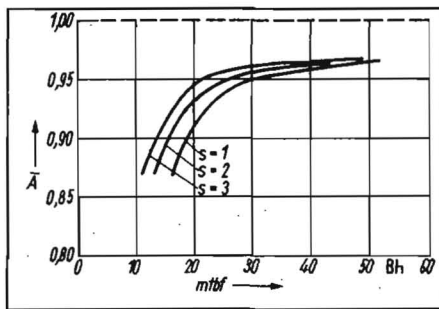
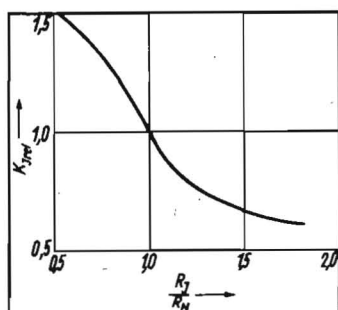


Bild 4. Durch operative Instandsetzung erreichbare Verfügbarkeit \bar{A} in Abhängigkeit vom mittleren Ausfallabstand $mtbf$; Komplexgröße $m = 5$ Maschinen, mittlere instandsetzungsbedingte Stillstandszeit 1,4 Bh, Anzahl eingesetzter Instandsetzer $s = 1 \dots 3$

Bild 5. Einfluß der Qualität instand gesetzter Einzelteile im Vergleich zu Neuteilen auf die instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten und auf die Materialkosten in Anlehnung an [10]



hoher Materialökonomie gute Zuverlässigkeit zu erreichen, nur bei guter Diagnosequalität genutzt werden. Der im Bild angegebene schraffierte Bereich stellt den gegenwärtig in der DDR für Traktorenmotoren gültigen Bereich dar. Ordnet man der Instandhaltung nach Überprüfungen gegenüber der Instandhaltung nach starrem Zyklus und der Instandhaltung nach Ausfall eine höhere inhaltliche Qualität zu, so zeigt sich, daß sie bei richtiger Anwendung einen hohen Nutzeffekt erreichen kann. Bei einer Breiterenprobung eines Systems der vorbeugenden Instandhaltung von Traktoren in der DDR konnte die Anzahl der instandsetzungsbedingten Stillstandszeiten während des Einsatzes auf 50 % reduziert werden.

3.4. Einfluß der Instandsetzungsqualität auf die Zuverlässigkeit von Traktoren und Landmaschinen

Da die Einhaltung der agrotechnischen Termine eine wichtige Voraussetzung für hohe und stabile Ernteerträge in der landwirtschaftlichen Produktion ist, interessieren den Nutzer von Traktoren und Landmaschinen besonders die Anzahl und die Dauer der instandsetzungsbedingten Unterbrechungen landwirtschaftlicher Produktionsprozesse. Diese Unterbrechungen haben bekanntlich entweder irreparable Ertragsausfälle zur Folge, oder ihre Nachwirkungen müssen durch das Instandsetzungspersonal am Einsatzort mit schnellen und qualitätsgerechten operativen Instandsetzungen klein gehalten werden.

Plötzliche Ausfälle während des Einsatzes sind entweder echte Zufallsausfälle (infolge von Bedienungsfehlern, einsatzbedingten Überlastungen u. ä.) oder Abnutzungsausfälle, deren Dichte je Betriebsdauereinheit über der Betriebsdauer ansteigt. Auch Frühausfälle, die in meist subjektiv bedingten Herstellungs- oder Instandsetzungsfehlern begründet sind, können auftreten. Wird die Anzahl der plötzlichen Ausfälle je Betriebsdauereinheit über der Kampagneleistung einer Maschine aufgetragen, dann müßte ein allgemein als Ausfallratenverlauf aus der Literatur bekannter Verlauf auch für Traktoren und Landmaschinen auftreten. Untersuchungen von Saß über die Schadenshäufigkeit je Betriebsdauereinheit über der Kampagneleistung von Halmguternemaschinen [9] ergaben andere Tendenzen. Die im Bild 3 dargestellten tendenziellen Verläufe haben viele Ursachen. Sichtbar ist jedoch, daß viele instandsetzungsqualitätsbedingte Frühausfälle auftreten und innerhalb der Kampagnelängen Abnutzungsausfälle kaum vorhanden sind. Es scheint deshalb notwendig, in der Technologie der Kampagnefestinstandsetzung Mängel, die sich in Frühausfällen äußern, zu beseitigen.

Der mittlere Ausfallabstand einer Maschine wird durch echte Zufallsausfälle und Abnutzungsausfälle bestimmt. Wenn auch je nach der Maschinenart 50 bis 70 % der Anzahl der plötzlichen Ausfälle durch die echten Zufallsausfälle bestimmt wird, so kann der mittlere Ausfallabstand als ein wichtiges Kriterium für die Qualität instand gesetzter Objekte gelten. Im Bild 4 ist die für ausgewählte Komplexe von Erntemaschinen in Abhängigkeit von dem mittleren Ausfallabstand $mtbf$ erreichbare Verfügbarkeit dargestellt. Dabei zeigt sich, daß die Qualität der instand gesetzten Maschinen großen Einfluß auf die Verfügbarkeit hat, solange der mittlere Ausfallabstand

kleiner als 25 bis 30 Bh bleibt. Demzufolge muß die Qualität der instand gesetzten Maschinen so verbessert werden, daß dieser Schwellwert überschritten wird. Danach ist damit zu rechnen, daß nur noch die von der vorbeugenden Instandsetzung unbeeinflussbaren echten Zufallsausfälle zu beseitigen sind. Geht man davon aus, daß die Qualität der Arbeit auch durch den Erfahrungsschatz des Werk tätigen bestimmt wird, so müßte der Instandsetzungsaufwand, der bei bestimmten Maschinentypen unter vergleichbaren Einsatzbedingungen der Zuverlässigkeit der Maschinen proportional gesetzt werden kann, mit zunehmender Anzahl der Jahre, die der Werk tätige eine solche Maschine nacheinander bedient oder instand setzt, abnehmen. Diese Tendenz ist aus Untersuchungen von Saß [9] erkennbar. Kartoffelferntemaschinen und Mährescher, die von Schlossern mit 8jähriger Erfahrung mit diesem Typ operativ instandsetzungstechnisch betreut wurden, zeigten einen um 5 bis 25 % geringeren Aufwand für die operative Instandsetzung als Maschinen, die von Schlossern mit nur 4jähriger Erfahrung betreut wurden. Eine ähnliche Tendenz zeigt sich bei der Betrachtung der Qualifikation der entsprechenden Mechanisatoren. Hier liegen die Maschinen mit langjährig erfahrenen Bedienern um bis zu 35 % günstiger.

In Tafel 1 wurde dargestellt, daß bei einem hohen Anteil instand gesetzter Einzelteile in instand gesetzten Objekten diese einen großen Anteil der Qualitätsmängel verursachen. Deshalb interessiert es, wie sich die Qualität der instand gesetzten Einzelteile auf die Nutzung auswirkt. Derartige Erkenntnisse lassen sich aus Arbeiten von Opitz [10] ableiten. Für einen typischen Fall der Einzelteilinstandsetzung, bei dem rd. 60 % instand gesetzte Einzelteile verwendet werden, jedes Einzelteil zweimal instand setzbar ist, 75 bis 100 % der instand setzbaren Einzelteile der Instandsetzung zugeführt werden und bei der vorbeugenden Instandsetzung eine Überlebenswahrscheinlichkeit von 0,85 bis 0,9 für die nachfolgende Kampagne erreicht wird, sind die Probleme im Bild 5 dargestellt. Über der relativen Überlebenswahrscheinlichkeit des instand gesetzten Teils R_i , bezogen auf die Überlebenswahrscheinlichkeit des entsprechenden Neuteils R_N (als Maßstab für die Instandsetzungsqualität gewählt), sind die relativen Gesamtmaterialekosten (diese Zahl kann proportional der Gesamtmenge der instandsetzungsbedingten Stillstandszeit gesetzt werden) in 12 Jahren Konstruktionsnutzungsdauer aufgetragen. Schlechte Qualität der instand gesetzten Einzelteile kann bis zu 50 % Kostenerhöhungen verursachen. Eine Verbesserung der Instandsetzungsqualität gegenüber der von Neuteilen bringt Kostensenkungen um bis zu 40 %.

Diese Beziehungen sind vom Verhältnis zwischen Instandsetzungs- und Neuteilkosten unabhängig.

4. Zusammenfassung

Die theoretische und praktische Erfassung sowie die qualitative Darstellung aller Anteile der komplexen Auswirkungen der Instandhaltungsqualität auf die Nutzung von Traktoren und Landmaschinen gestaltet sich kompliziert und es ist fraglich, ob dieser Komplex mit wirtschaftlichem Aufwand erforschbar ist.

Im Beitrag wurde versucht, aus vorliegenden Arbeiten Einzeleinflüsse der Instandsetzungs-

qualität von Teilen der Instandhaltung auf bestimmte die Nutzung von Traktoren charakterisierende Kennwerte abzuleiten. Die dargestellten Erkenntnisse erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie zeigen jedoch, daß die Instandhaltungsqualität erheblichen Einfluß auf die Nutzung der Traktoren und Landmaschinen hat. Diese Einflüsse liegen in erster Linie in der Senkung der Instandhaltungskosten, in zweiter Linie in der Steigerung der Verfügbarkeit der Traktoren und Landmaschinen.

Offen blieb die Frage, welcher Aufwand im Instandhaltungsprozeß für das Vergrößern der Instandhaltungsqualität erforderlich ist. Dazu wären Untersuchungen nötig, mit welchem zusätzlichen Instandhaltungsaufwand ein bestimmter Zuwachs an Überlebenswahrscheinlichkeit in den einzelnen Abschnitten der Instandhaltung erreichbar ist. Werden die Arbeiten von Ihle [1], Rößner [11] und Waschkus [12] über die zulässigen Erhöhungen der Herstellungskosten bei definierter Vergrößerung der Überlebenswahrscheinlichkeit hypothetisch auf das vorliegende Problem übertragen, so kann gefolgert werden, daß eine Qualitätsverbesserung in der Instandhaltung in den meisten Fällen

im Bereich $0,9 < R_i/R_N < 1,0$, soweit technisch möglich, ökonomisch ist. R_i/R_N stellt das Verhältnis der Qualität Instand gehaltenen Elemente zu fabrikneuen Elementen an der Überlebenswahrscheinlichkeit dar. Damit ist die These ableitbar, daß eine Schwerpunktaufgabe darin besteht, die Qualität der Instandhaltung entscheidend zu verbessern.

Literatur

- [1] Ihle, G.: Wissenschaftliche Grundlagen und Richtlinien des instandhaltungsgerechten Konstruierens. Technische Universität Dresden, Dissertation B 1976.
- [2] TGL 20987/02 Landtechnische Arbeitsmittel – instandhaltungsgerechtes Konstruieren, Richtwerte für Instandhaltungsseignung.
- [3] TGL 26096/01 Zuverlässigkeit in der Technik – Begriffe.
- [4] Eichler, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin: VEB Verlag Technik 1982.
- [5] Eichler, C.; Grieb, H.-G.: Einordnung der technischen Diagnostik in das landtechnische Instandhaltungswesen der DDR. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 9, S. 388–391.
- [6] Borrmann, K.; Leopold, K.: Untersuchungen zu schädigenden Einflüssen auf Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel. Universität Rostock, Dissertation A 1975.

- [7] Mund, H.: Arbeitskräftebedarfsplanung für die operative Instandsetzung landtechnischer Arbeitsmittel der Pflanzenproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A 1981.
- [8] Schiroslawski, W.: Zu den Eigenschaften und Anwendungsbereichen von Instandhaltungsmethoden – dargestellt am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation B 1982.
- [9] Saß, S.: Beitrag zur Optimierung der operativen Instandsetzung im Komplex arbeitender landtechnischer Arbeitsmittel der Pflanzenproduktion. Wilhelm-Pieck-Universität Rostock, Dissertation A 1982.
- [10] Opitz, B.: Untersuchung des volkswirtschaftlichen Effektes der Verwendung instand gesetzter Einzelteile am Beispiel kampagneweise eingesetzter landtechnischer Arbeitsmittel. Technische Universität Dresden, Dissertation A 1981.
- [11] Rößner, K.: Beitrag zur Objektivierung des zuverlässigkeitsorientierten und instandhaltungsgerechten Konstruierens landtechnischer Arbeitsmittel. Technische Universität Dresden, Dissertation A 1979.
- [12] Waschkus, R.: Beitrag zur Erarbeitung von Unterlagen des zuverlässigkeitsorientierten und instandhaltungsgerechten Konstruierens landtechnischer Arbeitsmittel. Technische Universität Dresden, Dissertation A 1982.

A 3869

Remdetal 83 – Internationale Ausstellung zur Einzelteilinstandsetzung

Dipl.-Ing. K. Kleinpeter, KDT/Dipl.-Ing. H. Kremp, KDT/Dr.-Ing. J. Stibbe, KDT
VEB Prüf- und Versuchsbetrieb Charlottenthal, Wissenschaftlich-technisches Zentrum der landtechnischen Instandhaltung

Die Ausstellung „Remdetal 83“ fand in Verbindung mit der internationalen Tagung zu Fragen der Einzelteilinstandsetzung vom 16. bis 29. Mai 1983 in Kiew statt. An der Exposition beteiligten sich die UdSSR, die Ungarische VR, die VR Polen, die ČSSR, die VR Bulgarien und die DDR. Das Gastgeberland, die UdSSR, trat mit der umfangreichsten Ausstellung auf. „Remdetal 83“ gliederte sich in sieben Schwerpunktabschnitte:

- Einzelteilinstandsetzung durch plastische Verformung und Gießschweißen
- Anlagen zum Auftrag pulverförmiger Werkstoffe
- Einzelteilinstandsetzung durch Anwendung der Galvanik und Plasttechnik

- Einzelteilinstandsetzung durch Widerstands-Rollnaht-Beschichtung
- Einzelteilinstandsetzung durch Auftragschweißung
- Ausrüstungen für die mechanische, thermische und elektroerosive Oberflächenbehandlung
- Geräte zur Qualitätskontrolle in der Einzelteilinstandsetzung.

Einzelteilinstandsetzung durch plastische Verformung und Gießschweißen

Ausgestellt wurde u. a. eine Anlage zur Zapfenkreuzaufarbeitung von Gelenkwellen. Die Kreuze werden durch einen rotierenden Dorn in der Durchgangsbohrung infolge von

Reibung erwärmt und gleichzeitig an den Lagerstellen aufgeweitet. Mit einem Beschickungsroboter wird dann das Kardankreuz zu einem Automaten zur Weiterbearbeitung transportiert. Das Sortiment der aufzuarbeitenden Zapfenkreuze ist jedoch auf die in den Kreuzen durchbohrten Typen beschränkt (Bild 1).

Gezeigt wurde weiterhin eine Vorrichtung zur Warmumformung von Zahnrädern, die auf eine hydraulische Drehvorrichtung montierbar ist. Ziel der Umformung ist die Egalisierung des Zahnflankenverschleißes auf Nennmaß. Die Zahnräder werden in die Vorrichtung montiert, über eine Induktionsschleife erwärmt und anschließend hydraulisch

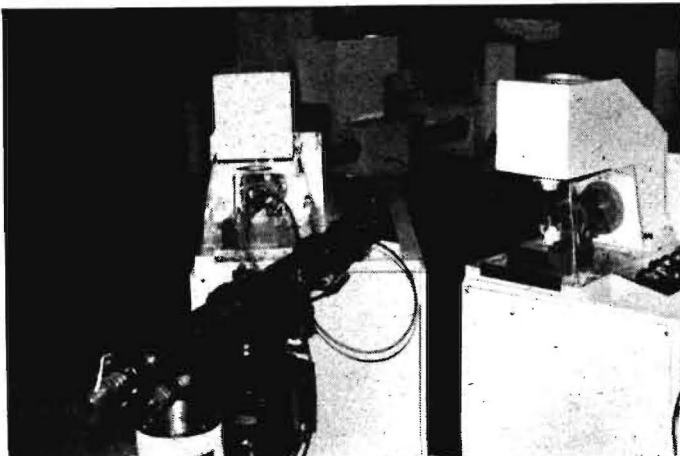


Bild 1
Roboterarbeitsplatz zur Instandsetzung von Kardankreuzen

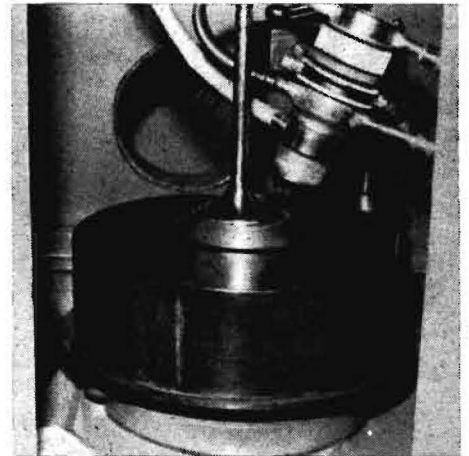


Bild 2
Anlage OKS-11192
GOSNITI zur Instandsetzung von Ventilen