

- Schwankungen im Materialeinsatz bereits innerhalb des laufenden Monats erkannt und zur Einhaltung der Kosten ausgeglichen werden können.
- Die EVN-Kontrolle gibt weiterhin dem Bereich Technik ein exaktes Kontrollinstrument für die Richtigkeit der bestehenden EVN und läßt objektive Ursachenforschung bei Schwankungen im Verbrauch je Ersatzteil zu.
- Die dekadentweise Kontrolle der Mindest- und Höchstvorräte bietet dem Bereich „Beschaffung und Absatz“ weit bessere und wirksamere Möglichkeit der operativen Materialversorgung und Disposition.
- Trotz des Wegfalls der Dispo-Kartei verkürzt sich der Zeitraum der Signalisierung von Planwidrigkeiten auf 10 Tage. Das bedeutet, daß man die Reservehaltung, die sich aus der bisher nur monatlich möglichen manuellen Kontrolle erforderlich machte, auf ein Minimum reduzieren kann.

- Die Planung des Bedarfs, des Bezuges und der Vorratshaltung von Ersatzteilen wird in besserer Qualität und in kürzerer Zeit ermöglicht.
- Die maschinelle Aufbereitung und Abrechnung der Primärdaten ist fast fehlerfrei, während bei manueller Bearbeitung der durchschnittliche Fehlerkoeffizient sehr hoch liegt, erfahrungsgemäß bei mindestens 5%.

Aus der Vielzahl unserer ersten Erfahrungen bei der Einführung der maschinellen Datenverarbeitung stellt sich eine als die wichtigste heraus, nämlich daß die beste betriebliche Organisation für die Datenverarbeitung auf dem Gebiet der Materialwirtschaft nur dann zum Erfolg führt, wenn die Bereitschaft aller Menschen im Betrieb dafür durch ständige und geduldige Überzeugungs- und Schulungsarbeit gewonnen und ihr bewußtes aktives Mitwirken erreicht wird. A 6968

Dipl.-Ing. K. ULRICH, KDT\*

## Zur Bestimmung des zulässigen Verschleißes von Einzelteilen und Baugruppen landtechnischer Arbeitsmittel

Landtechnische Arbeitsmittel sind während des Betriebes sehr verschiedenartigen schädigenden Einflüssen ausgesetzt, die hauptsächlich zu Verschleiß, Ermüdung und Korrosion an den Maschinenelementen, Arbeitsorganen und Rahmenteilchen führen. Die folgenden Ausführungen sollen sich dabei nur auf die Auswirkungen des Verschleißes beschränken, der wesentlichen Anteil an der Minderung der Betriebstauglichkeit [1] [2] mit zunehmender Nutzungsdauer hat. Der Verschleiß führt zum Beispiel zur Vergrößerung der Spiele der Lagerungen, zur Stumpfung von Schneiden und zur Zunahme von Leckölverlusten an Hydraulikbauelementen. Ob wir eine Verschleißpaarung, ein Arbeitsorgan oder eine Baugruppe betrachten, immer nähert sich jedes Aggregat einer bestimmten Grenze des zulässigen Verschleißes.

Dabei ergibt sich die Frage, bis zu welchem Verschleißzustand Maschinenelemente (zum Beispiel Wälzlager, Gleitlager, Zahnräder, Ketten) und Arbeitsorgane (zum Beispiel Pflugschare, Mähmesser, Dreschtrummeln) betrieben oder während der Instandsetzung wieder eingebaut werden dürfen.

Landwirtschaft und Instandhaltungswesen stellen in diesem Zusammenhang im wesentlichen zwei Forderungen:

### a) Gewährleistung einer hohen Betriebssicherheit

Auch mit fortschreitendem Verschleiß muß noch eine definierte Betriebssicherheit gewährleistet sein, damit die landwirtschaftliche Produktion mit geringen Kosten im agro-technisch günstigen Zeitraum durchgeführt werden kann.

Dieser Gesichtspunkt gewinnt besonders für die zukünftige Landtechnik mit automatisierten Anlagen der Innenwirtschaft und dem Einsatz leistungsfähiger Maschinensysteme in der Feldwirtschaft eine erhöhte Bedeutung.

### b) Optimale Ausnutzung der Nutzungsdauerreserve

Die notwendige Senkung der Instandhaltungskosten der Landwirtschaft kann vor allem durch Einsparung von Materialkosten erreicht werden, die den größten Teil der Instandsetzungskosten verursachen. Alle Elemente sollten deshalb bis zum Erreichen ihrer Grenznutzungsdauer in Betrieb bleiben.

Diese Forderungen widersprechen sich, da allgemein im Bereich der Grenznutzungsdauer sich die Betriebssicherheit vermindert und eine Lösung nur durch einen Kompromiß zwischen diesen Forderungen möglich ist. Außerdem müssen zum Beispiel die Landmaschinen nach der Instandsetzung

eine Abnutzungsreserve für mindestens eine Kampagne für alle jene Teile besitzen, die nur mit größerem Aufwand austauschbar sind.

## 1. Funktionen der Verschleißgrenzen

Die Senkung der Instandhaltungskosten und die Gewährleistung einer hohen Betriebssicherheit erfordern objektive Verschleißgrenzen für die Schadensaufnahme der spezialisierten Instandsetzungsbetriebe (LIW, KfL) und für die sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe als Maschinennutzer.

### 1.1. Verschleißgrenzmaße für die Instandsetzung

Die Instandsetzungstechnologie gliedert sich in Demontage, Schadensaufnahme, Instandsetzung von Einzelteilen und Baugruppen sowie Montage. In der Schadensaufnahme wird für die Einzelteile die Einschätzung des Schädigungszustandes vorgenommen und entschieden, ob das Teil

- wieder eingebaut werden kann (Verschleißreserve mindestens noch eine Kampagne) oder
- instand gesetzt oder
- verschrottet werden muß.

*Beispiel:* Eine Gleitpaarung verändert im allgemeinen nach der in Bild 1 gezeigten Funktion ihre Abmessungen. Dabei wird die Aussonderungsgrenze durch den Beginn des progressiv zunehmenden Verschleißes gekennzeichnet.

Für den Instandsetzungsbetrieb ist jedoch besonders die Betriebsgrenze von Bedeutung, die für die Verschleißpaarung eine Verschleißreserve für mindestens eine Kampagne (allgemein ein Instandsetzungsintervall) beinhalten muß [3].

Ist der Verschleiß bereits über die Betriebsgrenze fortgeschritten, dann wird das Einzelteil entweder instand gesetzt oder bei erreichter *Verschrottungsgrenze* ausgesondert.

Mit der Entwicklung der Technologie der Instandsetzung und der Konzentration immer größerer Stückzahlen stehen die Instandsetzungswerke heute vor der Aufgabe, den Verschleißzustand objektiv unter Anwendung von direkten Verschleißmeßverfahren zu beurteilen.

Natürlich werden viele Verschleißerscheinungen — zum Beispiel Brüche, Ausbrüche, große Risse — bereits äußerlich erkannt und die betreffenden Teile sofort ausgesondert. Es verbleiben für eine exakte Beurteilung alle jene Teile, die äußerlich keine Schäden zeigen, aber durch den Verschleiß maßliche Veränderungen erfahren haben. Die Schadensaufnahme eines Instandsetzungswerkes findet ihr Vorbild in der

\* Institut für Landmaschinentechnik der Technischen Universität Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRÜNER)

Gütekontrolle der Landmaschinenhersteller, denn an beiden Stellen geht es um die maßliche Sicherung der Einzelteile (Einhaltung von Toleranzen), damit in der Montage Baugruppen und Maschinen mit einer hohen Betriebstauglichkeit entstehen können. Voraussetzung dafür ist die Anwendung von rationalen Meßverfahren, die teils bereits im Maschinenbau üblich sind, teils jedoch noch vom Instandsetzungswesen entwickelt werden müssen. Außerdem hat für die Instandsetzungswerke die demontagearme Bestimmung der Betriebstauglichkeit geschlossener Baugruppen (zum Beispiel Mähreschertriebachse, Getriebe, Hydraulikbaugruppen), die Bestandteil von in der Instandsetzung befindlichen Landmaschinen und Traktoren sind, große Bedeutung, da dadurch oftmals Demontage und Montage solcher Baugruppen vermieden werden können, die noch eine größere Verschleißreserve (mehr als eine Kampagne) besitzen.

### 1.2. Verschleißgrenzwerte für die Landwirtschaftsbetriebe

Für die Maschinennutzer ist weniger der Verschleißzustand an sich, als vielmehr die sich daraus ergebende Betriebstauglichkeit der Arbeitsorgane, Baugruppen, Maschinen und Anlagen von Interesse. Da eine Demontage zur Bestimmung der Betriebstauglichkeit vermieden werden soll, müssen deshalb, außer bei den Arbeitsorganen, indirekte Verschleißmeßverfahren angewendet werden.

Der heute erreichte Stand der Anwendung indirekter Verschleißmeßverfahren ist nur als Anfang zu bezeichnen. Das gesamte Gebiet bedarf noch einer umfassenden wissenschaftlichen Bearbeitung [4] [5] [6].

Für die Maschinennutzer sind die Aussonderungsgrenzen von Bedeutung, denn sie signalisieren, daß die Maschine oder Baugruppe im Bereich der progressiv zunehmenden Verschleißgeschwindigkeit zu arbeiten beginnt und damit eine ausreichende Betriebssicherheit nicht mehr gewährleistet ist.

## 2. Zur Theorie der Bestimmung der Verschleißgrenzen

Zur Bestimmung der Grenzen des zulässigen Verschleißes werden vor allem die Auswirkungen des Verschleißes herangezogen, die sich in Veränderung von Funktion, Arbeitsgüte, Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit äußern. Der sowjetische Forscher VEDENJAPIN [7] [8] klassifizierte die Gesamtheit der Auswirkungen des Verschleißes nach drei Kriterien:

- 2.1. technisches Kriterium
- 2.2. technologisches Kriterium (Arbeitsgüte-Kriterium)
- 2.3. ökonomisches Kriterium.

Bild 1  
Die Verschleißgrenzen einer Gleitpaarung; a Betriebsgrenze, b Aussonderungsgrenze, c Instandsetzungsintervall, d Verschleißreserve für ein Instandsetzungsintervall (mindestens 1 Kampagne)

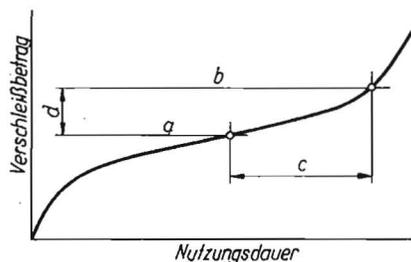


Bild 3  
Anteil der nicht geschnittenen Halme als Funktion des Verschleißes der Mähmesserklänge [10]; a Aussonderungsgrenze nach dem technologischen Kriterium

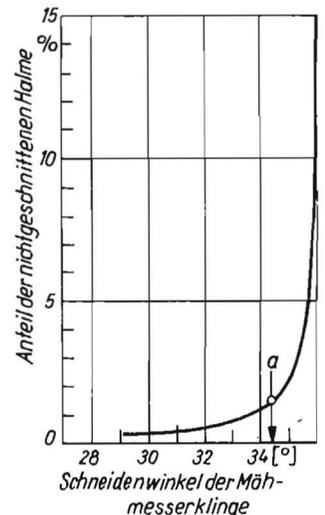
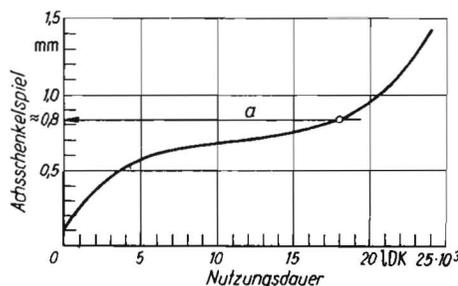


Bild 2  
Verschleißcharakteristik des Achsschenkels des Zetor 50 Super; a Aussonderungsgrenze nach dem technischen Kriterium



### 2.1. Das technische Kriterium

bezieht sich auf die progressive Zunahme der Verschleißgeschwindigkeit bei Erreichung einer bestimmten Nutzungsdauer (zum Beispiel Gleitlager, Führungen) oder dem plötzlichen Verlust der Betriebstauglichkeit (zum Beispiel Zylinderkopfdichtungen, Hydraulikdichtungen, Sperrwerke). Ist im Betrieb der progressive Zunahme der Verschleißgeschwindigkeit (Bild 1) ein Betrieb technisch noch möglich, so bringt dieser bei ständig abnehmender Betriebssicherheit nur eine geringfügige Verlängerung der Nutzungsdauer.

*Beispiel:* An Traktorenvorderachsen wurde von KÖNIG [9] mit einem von LANDMANN [10] entwickelten Meßgerät das Verschleißverhalten der Achsschenkellagerung ermittelt. Bild 2 zeigt, daß es möglich ist, nach dem technischen Kriterium die Aussonderungsgrenze zu bestimmen. Das Arbeitsgüte-Kriterium müßte bei der endgültigen Festlegung der Aussonderungsgrenze als Kontrollkriterium herangezogen werden, da sich der Verschleiß besonders in der Verminderung der Funktionstüchtigkeit äußert.

### 2.2. Das technologische Kriterium

weist auf die Notwendigkeit der Einhaltung der Arbeitsgüte besonders landwirtschaftlicher Arbeiten, aber auch der Arbeitsgüte von Maschinenelementen (zum Beispiel Führungsgenauigkeit eines Lagers) hin.

Für die Anwendung dieses Kriteriums ist es erforderlich, die Arbeitsgüte als Funktion des Verschleißes zu ermitteln. Das ist mit Hilfe von repräsentativen Kennwerten der Arbeitsgüte (Mittelwert, Abweichung vom Mittelwert) möglich.

*Beispiel:* KASARZEV [11] untersuchte den zulässigen Verschleiß an Messerklängen von Grasschneidwerken. Bild 3 zeigt die von ihm ermittelte Abhängigkeit zwischen dem Schneidewinkel  $\alpha$  der Mähmesserklänge und der Schnittgüte. Die Aussonderungsgrenze beträgt nach dem technologischen Kriterium  $\alpha = 34 \dots 35^\circ$ .

### 2.3. Das ökonomische Kriterium

ist durch die Forderung der Landwirtschaft begründet, niedrigste Kosten je Arbeitseinheit zu erzielen. Mit fortschreitendem Verschleiß eines Arbeitsorgans, einer Maschine oder Anlage steigen jedoch die Aufwendungen zur Ausführung einer Arbeit.

Folgende wichtige allgemeine Parameter verändern sich:

- a) Produktivität der Maschine (zum Beispiel gemessen in ha/h) verringert sich (zum Beispiel größere Lagerspiele erfordern die Arbeit mit geringerer Drehzahl, Stillstandszeiten steigen, Reibungsverluste steigen)

- b) spezifische Lohnkosten erhöhen sich (Arbeitslohn, zum Beispiel in MDN/ha)
- c) Betriebsstoffverbrauch steigt (zum Beispiel Dieselkraftstoff in l/ha, Motoröl in % vom Dieselkraftstoff)
- d) landwirtschaftliche Verluste nehmen zu (zum Beispiel ungenügender Schnitt des Mähmessers führt zu geringerer Grünguterntemasse, verschlissene Dreschleisten verringern die Ausdruschwirkung, Ertragsverluste durch Nichteinhalten der landwirtschaftlichen Forderungen beim Pflügen – Arbeit mit stumpfem Schar).

Es ergibt sich die in Bild 4 gezeigte allgemeine Darstellung der Kosten, nach der die Grenze des zulässigen Verschleißes nach dem ökonomischen Kriterium bestimmt werden kann.

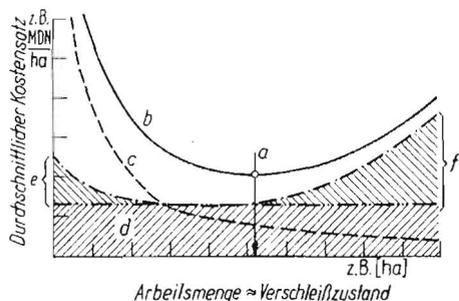


Bild 4. Kostenentwicklung in Abhängigkeit vom Verschleißzustand; a Aussonderungsgrenze nach dem ökonomischen Kriterium, b durchschnittliche Gesamtkosten, c Abschreibungen, d Aufwand für Betrieb und Verluste, e Verluste und Mehraufwand für Einlauf, f Verluste und Mehraufwand durch Verschleiß

#### 2.4. Sicherheitskriterium

Außer den bisher genannten drei Kriterien wird die Einführung eines weiteren Kriteriums, des Sicherheitskriteriums, vorgeschlagen. Dieses Sicherheitskriterium legt die Verschleißgrenzen an Einzelteilen und Baugruppen in den Fällen fest, in denen durch Verschleiß die menschliche Arbeitskraft gefährdet wird (zum Beispiel Lenkvorrichtungen, Bremsvorrichtungen, schnell rotierende Teile, spezielle Verbindungselemente).

Ökonomische und andere Gesichtspunkte spielen dabei keine entscheidende Rolle, da eine entsprechende Sicherheit vorhanden sein muß.

#### 2.5. Bewertung der Kriterien

KASARZEV [11] legte Gedanken und Untersuchungen zur Bewertung der Kriterien nach VEDENJAPIN vor. Er vertritt die Meinung, daß für Verbrennungsmotoren das ökonomische, für Getriebe das technische und für die Arbeitsorgane das technologische Kriterium das Hauptkriterium darstellt, während die anderen Kriterien lediglich zur Kontrolle herangezogen werden.

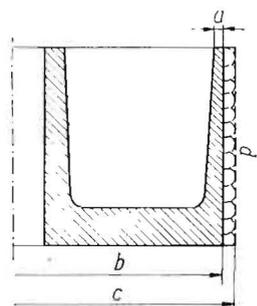


Bild 5. Bestimmung der Verschrottungsgrenze; a zum Auftragsschweißen notwendiger Restquerschnitt, b Verschrottungsgrenzdurchmesser, c Herstellungsdurchmesser, d Schweißdraht

Trotz dieses Versuches der Systematisierung sollten die Kriterien stets in ihrer Wechselwirkung betrachtet werden, da bereits die Vedenjapin'schen Kriterien eine willkürliche Klassifizierung der Gesamtheit der Auswirkungen des Verschleißes darstellen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß das technische Kriterium die Grenze für die *technisch mögliche* Nutzungsdauer bestimmt. Technologische oder ökonomische Gesichtspunkte können jedoch dafür ausschlaggebend sein, daß die Aussonderungsgrenze bereits früher erreicht wird. Das Sicherheitskriterium legt entsprechend dem Sicherheitsbedürfnis die Verschleißgrenze unabhängig von den übrigen Kriterien fest.

### 3. Zur Praxis der Bestimmung der Verschleißgrenzen

Aufbauend auf die methodischen Richtlinien des Instituts für Landmaschinen- und Traktorenbau [12] werden im folgenden Gedanken für eine Methode der Bestimmung der Verschleißgrenzen entwickelt.

#### 3.1. Allgemeine Gesichtspunkte zur Verschleißgrenzenbestimmung

Aus ökonomischen Überlegungen wird man die Verschleißgrenzenbestimmung nur an den Verschleißstellen durchführen, die für die Betriebstauglichkeit einer Verschleißpaarung entscheidend sind. In vielen Fällen werden die vorliegenden Erfahrungen so groß sein, daß man sofort reale Verschleißgrenzen festlegen kann. Sind die Auswirkungen des Verschleißes sehr vielseitig und wenig bekannt, so müssen Untersuchungen mit Hilfe des technischen, ökonomischen, Arbeitsgüte- und Sicherheitskriteriums erfolgen. Überprüft werden Funktionstüchtigkeit, Arbeitsgüte, Festigkeit und Dauerfestigkeit, Wirtschaftlichkeit und arbeitspsychologische Gesichtspunkte (zum Beispiel erhöhte Lärmbelastung durch Verschleiß).

Ein wichtiger Faktor für die Verschleißgrenzenbestimmung ist die *Härtetiefe*, da fast alle Verschleißstellen oberflächengehärtet sind, um die Zähigkeit des Kerns für die Aufnahme dynamischer Beanspruchung zu erhalten. An allen diesen Teilen wird das Aussonderungsmaß durch die *Härtetiefe* begrenzt, da ein weiterer Betrieb mit dem weicheren Grundgefüge zu einer starken Erhöhung der Verschleißgeschwindigkeit und baldigem Ausfall führt. Bei dynamischer Belastung bilden sich bereits vor dem völligen Abtragen der Härteschicht Anrisse, da die verbliebene dünne Härteschicht vom weicheren Grundmaterial ungenügend abgestützt wird. Den Masseverlust durch Verschleiß gleicht man unter anderem durch das Auftragsschweißen wieder aus, das eine bestimmte Reststärke des Werkstoffes erfordert (Bild 5). In diesem Fall wird die Verschleißgrenze durch *instandsetzungstechnologische* Forderungen bestimmt.

Die Beispiele zeigen, daß alle Überlegungen und Untersuchungen zur Bestimmung der Verschleißgrenzen von der Gesamtheit der Instandsetzung ausgehen sollten. Zweckmäßig ist es, sich bei der Bestimmung von den Kriterien leiten zu lassen, die die Betriebstauglichkeit entscheidend beeinflussen.

#### 3.2. Statistische Verschleißanalyse

Die Anwendung der Verschleißgrenzen (Betriebsgrenze, Aussonderungsgrenze, Verschrottungsgrenze) führt in der Schadensaufnahme der Instandsetzungswerke zu festen Relationen (größerer Teileanfall vorausgesetzt) zwischen den Teilen, die

- a) wieder eingebaut
- b) instand gesetzt und
- c) verschrottet werden.

Entsprechende Unterlagen für die Planung erhält man aus einer Verschleißanalyse einer Stichprobe von Teilen (min-

destens 80 bis 100 Teile) und der statistischen Auswertung der Maßzahlen [13] [14].

Die Gesamtheit der Meßwerte wird durch folgende Größen charakterisiert:

a) *Arithmetischer Mittelwert*  $\bar{x}$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$n$  Anzahl der Meßwerte

$n_i$  Meßwert eines beliebigen Teiles dieser Stichprobe

b) *Spannweite*  $R$

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

$x_{\max}$  größter Meßwert der Stichprobe

$x_{\min}$  kleinster Meßwert der Stichprobe

c) *Standardabweichung*  $s$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Die Standardabweichung ist das Maß für die Streuung der Einzelwerte zum Mittelwert  $\bar{x}$ .

d) *Häufigkeitsverteilung*

Die Einzelwerte fallen mit unterschiedlicher Häufigkeit in den einzelnen Merkmalswerten an und bilden typische Verteilungen. Für alle natürlichen Erscheinungen trifft dabei die Gauß'sche Verteilung zu (charakterisiert durch die sogenannte Glockenkurve). Eine Vielzahl statistischer Untersuchungen bestätigt, daß in den meisten Fällen die Gauß'sche Verteilung auch für das Verschleißverhalten zumindest näherungsweise zutrifft.

*Beispiel:* Im Rahmen eines studentischen Komplexpraktikums erfolgten unter anderem Verschleißmessungen am Keilwellenprofil des Lenkstockhebels der Traktoren RS 14/30 (Bild 6). Es ist zweckmäßig, die Meßwerte in einer Strichliste anzulegen. Bereits hieraus lassen sich überschlägig der Mittelwert und die Verteilung erkennen. Da der Aufwand zur Berechnung des Mittelwertes und der Standardabweichung bei Stichproben von 80 bis 100 Teilen bereits sehr hoch wird, stehen heute graphische Verfahren zur Verfügung, die ohne Mühe die gewünschten Werte liefern. Bevor die Auswertung erfolgt, müssen die Merkmalswerte in Klassen unterteilt werden. Entsprechend der mathematischen Formulierung der Gauß'schen Verteilung besteht ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Meßwerte und der zulässigen Klassenzahl [15]:

Anzahl der Meßwerte	Höchstzahl der Klassen
16	5
32	6
64	7
128	8
256	9
512	10
1024	11

Die Spannweite  $R$  dividiert durch die Höchstzahl der Klassen ergibt die Klassenbreite  $d$ . Durch Zusammenfassung der in der Strichliste aufgeführten Einzelwerte erhält man die Häufigkeit der Klassen (Tafel 1). Aus dieser errechnen sich die relativen Summenhäufigkeiten, die im Wahrscheinlichkeitspapier (Be-

Tafel 1. Berechnung der relativen Summenhäufigkeit nach den in einer Strichliste aufgenommenen Einzelmaßen

Obere Klassengrenze [mm]	Häufigkeit	Summenhäufigkeit	Relative Summenhäufigkeit [%]
7,78	2	2	1,25
7,82	3	5	3,13
7,86	12	17	10,63
7,90	27	44	27,50
7,94	60	104	67,50
7,98	42	146	91,20
8,02	13	159	99,40
8,06	1	160	100,00

stell-Nr. 500, Schäfers Feinpapier, Plauen) über den oberen Klassengrenzen aufgetragen werden (Bild 7). Die sich ergebenden Punkte liegen (falls eine Gauß'sche Verteilung vorliegt und damit die hier beschriebene Lösung zulässig ist) annähernd auf einer Geraden. Entscheidend ist dabei der Bereich zwischen 10% und 90%, da außerhalb dieser Werte eine große Verzerrung der Ordinate vorliegt. Man zeichnet die Gerade ein und kann sofort bei 50% Summenhäufigkeit den Mittelwert (er stimmt mit dem arithmetischen Mittelwert bei einer symmetrischen Gauß'schen Verteilung überein) und die Größe der Standardabweichung auf der Abszisse ablesen. Als Ergebnis der Verschleißanalyse können wir den Wert  $\bar{x} \pm 3s$  bestimmen, der den Verschleißbereich eingrenzt. Aus dieser Angabe läßt sich jedoch noch keine Verschleißgrenze festlegen, da dazu die Auswirkungen des Verschleißes insgesamt betrachtet werden müssen.

### 3.3. Auswertung der Verschleißanalyse

Neben der Aussage über den Mittelwert und die Streuung der Verschleißmaße ergeben die statistischen Unterlagen gesicherte Angaben über die Planungstätigkeit.

Aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz kann man sofort nach Festlegung der Verschleißgrenzen die Anteile in % der Gesamtheit entnehmen, die unter- oder oberhalb der Verschleißgrenzen liegen (Bild 8).

Den Instandsetzungswerken ist damit die Möglichkeit gegeben, Ersatzteile und Kapazität für die Instandsetzung der Einzelteile nach statistisch gesicherten Werten zu planen.

Bei Korrekturen von bereits in der Praxis angewendeten Verschleißgrenzmaßen lassen sich aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz sofort die neuen Relationen für Wiedereinbau, Instandsetzung und Verschrottung ablesen.

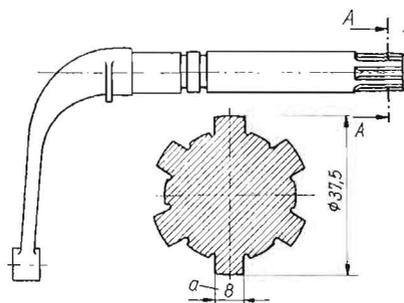
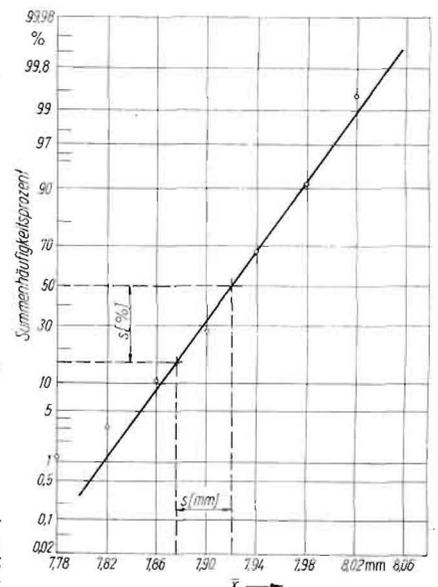


Bild 6  
Lenkstockhebel des RS 14/30;  $a$  Verschleißmaß

Bild 7  
Auswertung der Meßergebnisse am Lenkstockhebel des RS 14 im Wahrscheinlichkeitsnetz; Mittelwert  $\bar{x} = 7,920$  mm, Standardabweichung  $s = 0,045$  mm,  $\bar{x} \pm 3s = 7,92 \pm 0,135$  mm



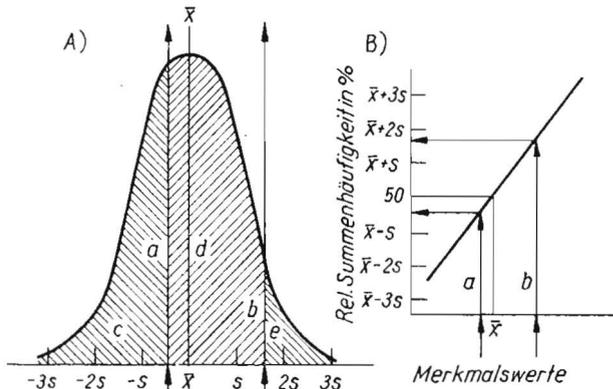


Bild 8. Bestimmung der Prozentanteile für Wiedereinbau, Instandsetzung und Verschrottung; A) Gauß'sche Verteilungskurve, B) Wahrscheinlichkeitsnetz; a) Betriebsgrenze, b) Verschrottungsgrenze, c) Wiedereinbau, d) Instandsetzung, e) Verschrottung

#### 4. Schlußbetrachtungen

##### 4.1. Welche Vorteile bringt die Anwendung der Verschleißgrenzen?

Vorteile für die Instandsetzung:

- Verbesserung der Qualität der Instandsetzung durch objektive Entscheidungen in der Schadensaufnahme
- Senkung der Instandhaltungskosten durch optimale Nutzung der Bauteile bis zur Betriebsgrenze
- Verbesserung der Planungstätigkeit durch statistisch gesicherte Anteile für Wiedereinbau, Instandsetzung und Verschrottung
- Erreichung der Einheitlichkeit der Beurteilung der Betriebstauglichkeit von Einzelteilen

Vorteile für die Landwirtschaft:

- Möglichkeit der Überwachung der Betriebstauglichkeit
- Vermeidung von überraschenden Ausfällen
- optimale Nutzung der Verschleißreserve der Bauteile

##### 4.2. Wer stellt welche Verschleißgrenzen auf?

Es muß die Forderung erhoben werden, die auch vom ILT [16] unterstützt wird, daß die Herstellerbetriebe die *Aussonderungsgrenzen* auf den Einzelteil- und Baugruppenzeichnungen angeben.

Diese Aufgabe fällt dem Konstrukteur zu, da er das Bauteil berechnet, Überlegungen über den Verschleißvorgang anstellt und bereits mit der Tolerierung des Fertigungsnennmaßes die Abnutzungsreserve [2] einer Verschleißpaarung bestimmt. Damit der Konstrukteur diese Entscheidung treffen kann, muß er zukünftig mehr als bisher aussagekräftige Unterlagen über das Verschleißverhalten seiner Konstruktionen erhalten.

Die *Betriebs- und Verschrottungsgrenzen* werden dagegen besonders von Instandsetzungstechnologischen Gesichtspunkten bestimmt, so daß der Instandsetzungsingenieur diese Grenzen festlegen muß.

Es ist zweckmäßig, die Verschleißgrenzen zusammen mit den Herstellungsmaßen auf Katalogblättern darzustellen [17].

Die Entwicklung zu automatisierten Anlagen, besonders in der Innenwirtschaft, zwingt zur Festlegung der Grenzen des zulässigen Verschleißes bereits im Stadium der Konstruktion, da in diesen Anlagen die Betriebstauglichkeit bestimmter Arbeitsorgane und Baugruppen ständig überwacht werden muß. Damit erhalten die aufgezeigten Probleme künftig eine noch weitaus größere Bedeutung.

##### Literatur

- [1] TGL 21 772, Entwurf Sept. 1966, Landtechnisches Instandhaltungswesen, Grundbegriffe. Standardisierung, Fachbereich 80, 5 (1966) H. 4, S. 156

- [2] NITSCHKE, K.: Zur Überarbeitung des Standards über die Grundbegriffe des landtechnischen Instandhaltungswesens. Standardisierung, Fachbereich 80 (1966) H. 4, S. 148 bis 150
- [3] EICHLER, CHR.: Über Verfahren zur Ermittlung der Grenzen des zulässigen Verschleißes von Maschinenteilen. Deutsche Agrartechnik 10 (1960) H. 1, S. 20 bis 24
- [4] GIESKE, J.: Über die Verfahren zur Festlegung des Abnutzungsstandes von Traktorengeltrieben ohne Demontage. Diplomarbeit am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden 1964 (unveröffentlicht)
- [5] SCHEUCH, W.: Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Feststellung des Abnutzungsstandes von Hydraulikanlagen von Traktoren. Diplomarbeit am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden 1962 (unveröffentlicht)
- [6] WITZ für Landtechnik Schlieben: Entwicklung von Methoden zur demontagelosen Prüfung des Zustandes von Landmaschinen, Forschungsbericht 1966
- [7] VEDENJAPIN, G. V.: Ustanovlenie predelnych velicin iznosov i razregulirovok (Bestimmung der Verschleiß- und der Verstellgrenzen) Selchozmasina (1956) H. 2, S. 23 und 24
- [8] VEDENJAPIN, G. V.: Verschleißgrenzwerte. Vestnik s./ch. nauk (1960) H. 8
- [9] KÖNIG, H.: Ermittlung des Abnutzungsstandes von Traktorenvorderachsen und -lenkungen. Großer Beleg am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden, 1963 (unveröffentlicht)
- [10] LANDMANN, V.: Entwicklung eines Verfahrens zur Beurteilung der Betriebstauglichkeit von Vorderachsen der Traktoren. Großer Beleg am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden, 1963, (unveröffentlicht)
- [11] KASARZEV, W. I.: Ob osnovnykh kriterijach dlja ustanovlenja predelno dopustimych iznosov detalj mashin. (Hauptkriterien zur Bestimmung zulässiger Verschleißgrenzwerte von Maschinenteilen). Vestnik s./ch. nauk 4 (1959) H. 3, S. 85 bis 91
- [12] ILT Leipzig: Vorläufige Richtlinie für die Ausarbeitung von Verschleißgrenzen. Leipzig 26. Juni 1965
- [13] STORM, R.: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Mathematische Statistik, Statistische Qualitätskontrolle. VEB Fachbuchverlag Leipzig 1965
- [14] REGGE, H.: Zur statistischen Auswertung von Versuchsergebnissen. Deutsche Agrartechnik 13 (1963) H. 1, S. 33 bis 36.
- [15] STRAUCH, H.: Statistische Güteüberwachung. Carl-Hanser-Verlag München 1956
- [16] ILT Leipzig: 1. Entwurf einer Arbeitsinstruktion „Aufgaben des Landmaschinenbaues zur Erfüllung der Forderungen bezüglich der instandhaltungsgerechten Konstruktion seiner Erzeugnisse“.
- [17] Institut WIM Moskau: Wybrakovtschnye razmeri, zazor i natjagi v soprasenijach osnovnykh detalj traktorov DT-54 i Belarus. (Aussonderungsmaße, -spiele und -übermaße der wichtigsten Paarungen und Teile der Traktoren DT-54 und Belarus) Moskau 1960 A 6892

## Die KAMMER DER TECHNIK hilft bei der Weiterbildung

(Landtechnische Broschüren der KDT)



Der Fachverband „Land- und Forsttechnik“ der KDT steuert zur KDT-Broschürenreihe „Technik und Ökonomie“ immer wieder Veröffentlichungen auf dem Gebiet der Landtechnik bei, die Ergebnisse der freiwilligen technischen Gemeinschaftsarbeit dieses Verbandes sind. Es handelt sich dabei um praxisverbundene Fachliteratur, die nicht in allen Fällen im öffentlichen Buchhandel zu erhalten ist. Wir möchten heute auf einige neuere Broschüren dieser Reihe hinweisen, die für unsere Leser von Interesse sein könnten:

- |  |               |
|--|---------------|
| „Transportrationalisierung im Bereich der Nahrungsgüterproduktion“           | Preis 2,- MDN |
| „Der Traktor ZT 300“   | Preis 2,- MDN |
| „Technologie der Instandsetzung für das landtechnische Instandsetzungswesen“ | Preis 3,- MDN |
| „Technische Trocknung von Grünfutter und Hackfrüchten“                       | Preis 5,- MDN |

Der Inhalt dieser Broschüren setzt sich meistens aus Vortragsmaterial zusammen, das auf KDT-Tagungen zusammenkam. Dem Leser wird damit eine ausführliche Information über den gegenwärtigen Stand sowie die Perspektiven des betreffenden Fachgebietes vermittelt.

Bestellungen sind an die Druckschriftenabteilung der Kammer der Technik, 108 Berlin, Clara-Zetkin-Straße 115-117, zu richten A 6987