

Am vollständigsten wird die Zuverlässigkeit von Landmaschinen durch den Beiwert der Einsatzfähigkeit K_E gekennzeichnet, der das Verhältnis störfreier Arbeitszeit zu der Summe der störfreien Arbeitszeit und der Zeit angibt, die für das Feststellen und Beseitigen der Störung erforderlich ist. Bei stationärem (eingelaufenem) Betrieb ist

$$K_E = \frac{T}{T + T_B} \quad (1)$$

Hierbei sind:

$T = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N t_i$ — die bis zur Störung geleistete Arbeit;

N Anzahl der geprüften Teile;

m Anzahl der Störungen;

t_i die mit dem i -ten Teil nach der Einlaufzeit geleistete Arbeit;

$T_B = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_i'$ — mittlere Zeit für das Beseitigen der Störungen;

t_i' Zeit für das Beseitigen der i -ten Störung.

Störungen gehören zur Kategorie der zufälligen Ereignisse, daher ist auch der Beiwert der Einsatzfähigkeit eine zufällige Größe, zu deren Ermittlung eine große Anzahl von Informationen erforderlich ist.

Derartige Informationen geben Stützpunkte, die neue Maschinen und Serienmaschinen mit verbesserten Baugruppen und Teilen prüfen. Viele nützliche Informationen sind auch in den Berichten über Störungen an Maschinen der Sowchose und Kolchose enthalten, obgleich sie ungenügend objektiv sind, weil sie manchmal die Ursachen von Störungen verschweigen, wenn diese aus Mängeln im eigenen Betrieb resultieren. Obgleich das Eingehen von Informationen über die Zuverlässigkeit von Landmaschinen unbefriedigend ist, ergeben doch die vorhandenen Daten, daß der Beiwert der Einsatzfähigkeit wächst.

Unter Berücksichtigung dessen, daß der Beiwert der Einsatzfähigkeit als die Wahrscheinlichkeit definiert ist, mit der die Baugruppe oder das Teil zu einem willkürlich gewählten Zeitpunkt in den Zeiträumen zwischen dem Durchführen der planmäßigen Durchsicht arbeitsfähig sein wird, erhält die Gleichung zum Berechnen des Beiwertes der Einsatzfähigkeit folgende Form:

$$K_E = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{Bji}} \quad (3)$$

Hierin sind

t_i Zeit störfreier Arbeit bis zum Eintritt der j -ten Störungsart im i -ten Zeitraum;

t_B Zeit für das Beseitigen der j -ten Störungsart im i -ten Zeitraum.

Diese Gleichung berücksichtigt die Hauptstörungen, die sowohl auf die Zuverlässigkeit des von der Maschine durchgeführten technologischen Prozesses als auch auf die Zuverlässigkeit der Maschine selbst wirken. Zu den j -ten Störungsarten gehören: Maschinenstillstände infolge von Brüchen und

Verschleiß einzelner Teile (konstruktiv und technologisch betrieblich bedingt) — Ziffer 6,1; Maschinenstillstände bei außerplanmäßigen Einstell- und Regulierarbeiten während der Schicht — Ziffer 6,2; Maschinenstillstände infolge Verklebens, Verstopfens, Aufwickelns, Verschmutzens usw. — Ziffer 4,1; Stillstände infolge schlechter Feldvorbereitung (Aufnahme von Steinen und Fremdkörpern) — Ziffer 4,2.

Angepaßt an die jeweilige Störungsart haben die Ausdrücke zum Bestimmen des Beiwertes der Einsatzfähigkeit folgende Form:

$$K_{E,6,1} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n t_i + \sum t_{B,6,1}} \quad (4)$$

Ähnliche Ausdrücke gelten für $K_{E,6,2}$, $K_{E,4,1}$ und $K_{E,4,2}$.

Hierin ist $t_{B,6,1}$; $6,2$; $4,1$; $4,2$ die für das Auffinden und Beseitigen der angegebenen Störungsarten erforderliche Zeit.

Durch das Berechnen des Beiwertes der Einsatzfähigkeit nach jeder Störungsart ist es möglich, die Ursachen der aufwendigsten Störungen festzustellen und Maßnahmen für ihre Verhinderung während der weiteren Arbeit der Baugruppe der des Teiles vorzusehen.

Als Beispiel für das Anwenden der abgeleiteten Gleichungen wurden Daten ausgewertet, die bei staatlichen Prüfungen des Kartoffelroders KKKU-2 „Drushba“ (Sieb- und Förderbandmodifikationen) 1962 bis 1968 in der Zentralen Maschinenprüfstation anfielen.

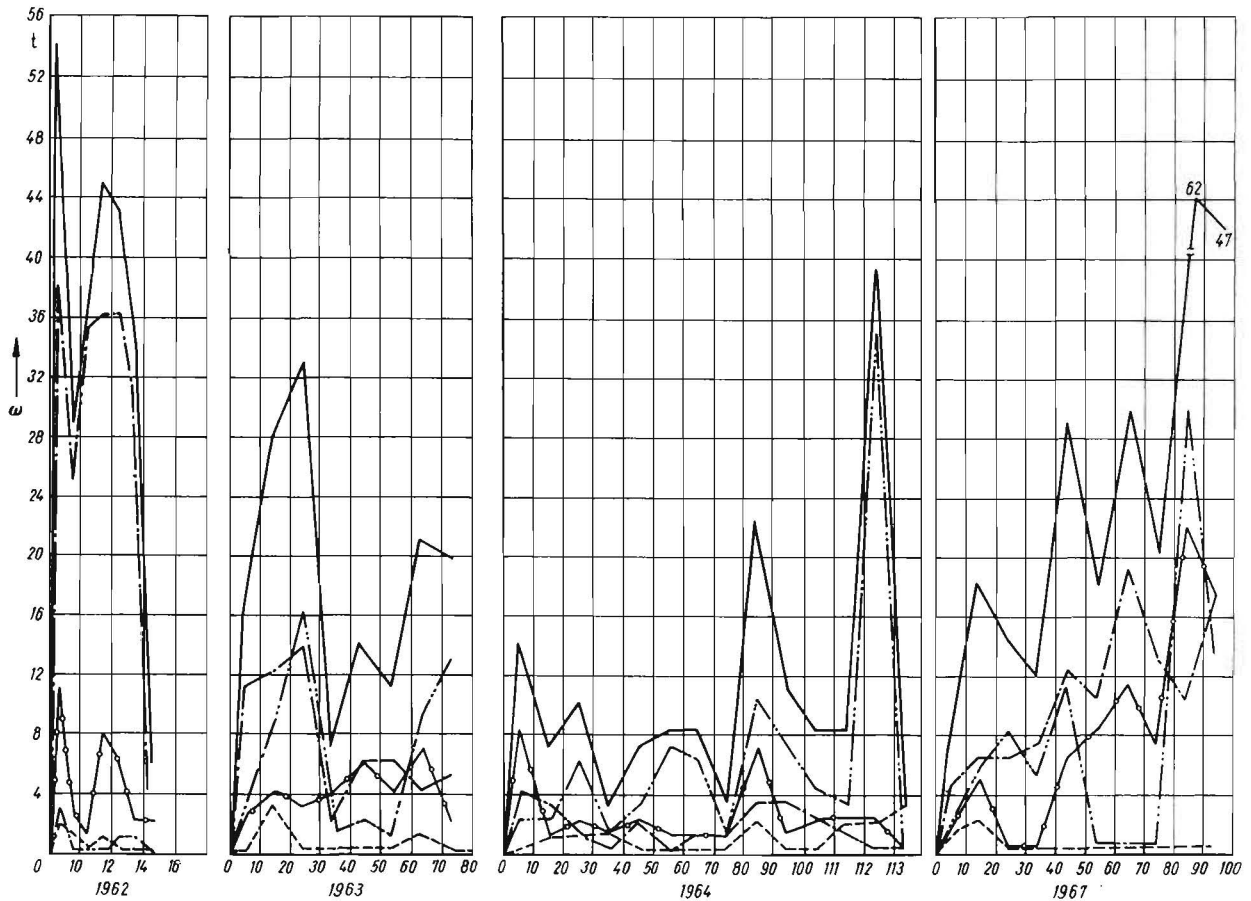
In Tafel 1 sind die nach dem angegebenen Verfahren ermittelten Einsatzfähigkeitsbeiwerte der Förderbandmodifikationen des Kartoffelroders KKKU-2 „Drushba“ enthalten. Es sind die Schwankungen des Einsatzfähigkeitsbeiwertes während der Prüfungsperioden in Abhängigkeit von der Änderung seiner Komponenten zu erkennen. Nach der Tafel lassen sich Korrelationsbeziehungen aufstellen.

Am Muster des Jahres 1967 wurden gegenüber dem Muster von 1964 verschiedene Änderungen vorgenommen, von denen zu erwarten war, daß sie den Beiwert der Einsatzfähigkeit erhöhen würden. Aus der Tafel ist jedoch zu ersehen, daß er sich um 0,067 verringerte und nur etwas über dem Beiwert des ersten Prüfungsjahres liegt.

Um den Grad der Einwirkung einzelner Faktoren auf die Maschinenzuverlässigkeit zu ermitteln, muß die zeitliche Änderung der mittleren Störhäufigkeit $\omega_m(t)$ bestimmt werden. Die grafisch dargestellte, nach einzelnen Störungsarten aufgeschlüsselte Störhäufigkeit $\omega_{mi}(t)$ (Bild 1) und die Gesamtstörhäufigkeit $\omega_{sum}(t)$ zeigen den Einfluß der verschiedenen Störungsarten auf den Einsatzfähigkeitsbeiwert. Aus dem Übereinstimmen der Maxima der Störungen durch Verkleben und Aufnahme von Steinen mit der Maxima der Störungen durch Brüche während der vier Prüfjahre folgt, daß entweder während des Berechnens und Konstruierens die tatsächlichen Belastungen nicht berücksichtigt worden waren, oder daß die Feldvorbereitung mangelhaft erfolgt.

Die Verringerung der Maschinenzuverlässigkeit infolge schlechter Feldvorbereitung ist anschaulich in den Kurven für 1964 und 1967 zu sehen. Nach einer Prüfdauer von 75 h zeigt sich ein starkes Ansteigen von Störungen durch Brüche, das mit dem Maximum der Störungen durch das Aufnehmen von Steinen zusammenfällt. Bei den Prüfungen des Jahres 1967 wächst die mittlere Störhäufigkeit von 4 im Zeitraum

¹ Aus: Traktor und Landmaschine, Moskau (1969) II. 11 (Übersetzer: Dr.-Ing. W. BALKIN) (gekürzt)



Tafel 1. Einsatzfähigkeitsbeiwerte

Jahr	K _E	K _{E 6,1}	K _{E 6,2}	K _{E 4,1}	K _{E 4,2}
1962	0,629	0,721	0,936	0,881	0,998
1963	0,762	0,812	0,983	0,939	0,981
1964	0,812	0,963	0,967	0,884	0,980
1967	0,745	0,802	0,996	0,916	0,979

Bild 1. Häufigkeit der Störungen des KKK-2 „Drushba“ (nach Daten staatlicher Prüfungen in der Zentralen Maschinenprüfstation in den Jahren 1962, 1963, 1964 und 1967):
 — Gesamtanzahl der Störungen; -o-o-o- Brüche;
 - - - - - Regelungen; - · - · - · - - Verstopfen und Verkleben;
 ········· technologische Störungen

von 0 bis 24 h auf 23 im Zeitraum von 90 bis 100 h. Einer der Hauptgründe sind die hohen Steinanteile im Boden.

Der Einfluß konstruktiver Mängel auf den Grad des Verklebens wird dadurch bestätigt, daß die Bodenfeuchte während der Prüfungen im Jahre 1962 22,5 bis 29,1 % erreichte und im Jahre 1964 20 % betrug, während die mittlere Häufigkeit der Störungen wegen Verklebens hoch bleibt und gegen Ende der Saison stark ansteigt.

Die angeführten Daten über die zeitliche Änderung der mittleren Störhäufigkeit bestätigen den Wahrscheinlichkeitscharakter des Einsatzfähigkeitsbeiwertes. Er ändert sich als Funktion der Zeit. Man unterscheidet: während der Einlaufzeit K_I (nach Daten staatlicher Prüfungen von Versuchsmustern in Maschinenprüfstationen), während des eingelaufenen Betriebszustandes K_{II} , gegen Ende der Nutzungsdauer K_{III} . Offensichtlich ist K_{II} größer als K_I (die bei den Prüfungen festgestellten Mängel werden durch Maßnahmen zum Erhöhen der Zuverlässigkeit beseitigt) und größer als K_{III} , (gegen Ende der Nutzungsdauer steigt die Anzahl der Störungen und ihr Schwierigkeitsgrad und folglich auch die Zeit für ihre Feststellung und Beseitigung).

Der Beiwert der Einsatzfähigkeit ändert sich auch innerhalb der angeführten Nutzungszeitabschnitte.

Die grafische Darstellung der Änderung des Einsatzfähigkeitsbeiwertes mit der Zeit während einer Prüfungssaison

zeigt, daß er in jedem Zeitabschnitt Δt andere Werte annimmt; seine Größenschwankung läßt sich durch Änderungen der Versuchsbedingungen und der Art der Störungen und folglich auch durch den sich ändernden Zeitaufwand für die Störungsbeseitigung erklären. Angesichts des Dargelegten ist es zweckmäßig, seinen Erwartungswert und die Grenzen seiner Streuung, die Dispersion, festzustellen.

Der Einsatzfähigkeitsbeiwert der Förderbandmodifikation des Sammelroders KKK-2 „Drushba“, Produktion des Jahres 1964, beträgt, wie in 140 h staatlicher Prüfungen in der Zentralen Maschinenprüfstation festgestellt worden ist, $0,897 \pm 0,076$.

Der Beiwert der Einsatzfähigkeit kann nur dann die Zuverlässigkeit von Landmaschinen objektiv kennzeichnen, wenn alle den normalen Betriebsablauf beeinflussenden Störungen berücksichtigt werden.

Durch Aufschlüsseln des Einsatzfähigkeitsbeiwertes auf die einzelnen Störungsarten sind die den normalen Betriebsablauf beeinflussenden Ursachen feststellbar.

Der Beiwert der Einsatzfähigkeit hat Wahrscheinlichkeitscharakter. Als Funktion der Zeit muß er für bestimmte Maschinenserien, Prüfungsbedingungen und Prüfungszeitabschnitte festgestellt werden. Beim Bestimmen des Beiwertes der Einsatzfähigkeit ist sein Streuungsbereich zu ermitteln.

UD 8048