

Tätigkeit so zu nutzen, daß die demokratische Aktivität gefördert wird und den Leitern Zeit bleibt, mit den Menschen in ihrem Bereich besser zu arbeiten als bisher.

4. Zusammenfassung

Von den Aufgaben, die der VIII. Parteitag stellte, leiten auch die WAO und besonders die Arbeitsvorbereitung ihre Aufgaben her, u. a. alle Arbeiten rechtzeitig zu schaffen, mit einem Minimum an Kosten zu produzieren und die sozialistische Demokratie zu fördern. Die Verfahren der Arbeitsvorbereitung mit EDVA werden dargestellt als Elemente in einem Planungskomplex: Transportoptimierung, Komplexoptimierung, Netzplantechnik. Die operative Leitung braucht Hilfsmittel, wenn sie sich ebenfalls als Element in der Planung und Menschenführung bewähren soll: Dispositiv und Funksprechverkehr. Für die tägliche Arbeit läßt sich ebenfalls über ein Programm und mit Hilfe von Klein-

rechnern der Plan-Ist-Vergleich ausnutzen. Alle Maßnahmen und jede Hilfe der EDV dienen der Rationalisierung der Arbeit der Leiter, damit sie Zeit gewinnen für die qualifizierte Vorbereitung von Entscheidungen und für die unmittelbare Arbeit mit den Mitgliedern ihrer kooperativen Produktionseinheiten.

Literatur

- /1/ —: Direktive des VIII. Parteitages der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR 1971 bis 1975. Beilage zum ND v. 23. Juni 1971, Abschnitt V
- /2/ —: Direktive des VIII. Parteitages der SED ... (s. /1/), Abschnitt II
- /3/ Kasten, A., u. a.: Optimale Mähdruschkomplexe. Halle/Quedlinburg 1970
- /4/ Papesch, J. / M. Kremser: Neue Gedanken zur Anwendung der Netzplantechnik in der kooperativen Pflanzenproduktion. Feldwirtschaft (1971) H. 12
- /5/ Honecker, E.: Bericht des Zentralkomitees an den VIII. Parteitag der SED. ND v. 16. Juni 1971, Abschnitt II/2 A 8702

Die Betriebszuverlässigkeit von Landmaschinen am Beispiel des Mähdreschers E 512

Im Forschungsinstitut für Landtechnik wurde die Erforschung der Zuverlässigkeit von Landmaschinen in Angriff genommen, um Kennziffern zu ermitteln, die als Grundlage für die technisch-ökonomische und die betriebspraktische Bewertung der Landtechnik dienen können.

Grundbegriffe

In der vorliegenden Arbeit wollen wir die Zuverlässigkeit in weiterem Sinn als die Eigenschaft eines Erzeugnisses aufzufassen, während einer geforderten Betriebszeit unter festgelegten Bedingungen bei Einhaltung der technischen Parameter bestimmte Funktionen auszuführen. Eine so allgemein aufgefaßte Zuverlässigkeit hängt vom störungsfreien Betrieb, von der Nutzungsdauer, der Instandhaltungseignung, der Verfügbarkeit und weiteren Eigenschaften des Erzeugnisses ab. Man bestimmt sie anhand von Erprobungen und Vergleichsprüfungen, durch Gütekontrolle usw.

Die Betriebszuverlässigkeit wird im direkten betriebsmäßigen Einsatz von zufällig ausgewählten Serienmaschinen in ihrer normalen Arbeitszeit ermittelt.

Die Struktur der Arbeitszeit für die Bewertung der Betriebszuverlässigkeit und der Instandsetzung

Bei der Ermittlung der Grunddaten für die Zuverlässigkeit sind zufällige Erscheinungen, z. B. die Betriebszeiten der Maschinen zwischen Störungen ($T_{B1} + T_{B2} + \dots + T_{Bn}$; $n = 1, 2, \dots$) und die durch Störungen bedingten Stillstandszeiten ($T_{S1} + T_{S2} + \dots + T_{Sn}$; $n = 1, 2, \dots$) zu verzeichnen.

Bei den Stillstandszeiten der Maschinen wurde in üblicher Weise zwischen technischen und technologischen Störungen unterschieden.

Unter einer technischen Störung ist jeder Ausfall der Maschine zu verstehen, bei dem eine Störung durch Auswechseln oder durch Reparatur eines Teils oder einer Baugruppe behoben wird.

Als technologische Störung bezeichnet man einen Stillstand, bei dem aus den Maschinen angestautes Gut entfernt werden muß (z. B. bei Verstopfung der Dreschtrommel).

Ing. Z. Fleischman*

DK 631.354.2:658.58(437)

Weil es mitunter vorkommen kann, daß eine technologische Störung eine technische zur Folge hat und umgekehrt, haben wir uns bei unseren Prüfungen von dem Grundsatz leiten lassen, daß für den Experten, der die Zeitaufnahmen an den Maschinen durchführt, die Folge der Störung entscheidend ist.

Bei der Ermittlung der Betriebszuverlässigkeit, deren resultierende Kennziffern den Zustand bei normalem landwirtschaftlichen Betrieb repräsentieren sollen, muß die notwendige Gesamtzeit zur Behebung der Störung beachtet werden. Sie steht zwar mit der eigentlichen Instandsetzung nicht unmittelbar im Zusammenhang, jedoch sollte man sie keinesfalls vernachlässigen. Es handelt sich dabei vor allem um Fahrten der Maschine vom Einsatzort zur Werkstatt und zurück, um die Zeit bis zum Eintreffen des Werkstattwagens oder die Zeit, die zur Bereitstellung der erforderlichen Ersatzteile benötigt wird.

Charakteristik der Betriebszuverlässigkeit und der Instandsetzungseignung

Die Charakteristik der Zuverlässigkeit und der Instandsetzungseignung muß nach Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung definiert werden. Bei Untersuchungen der Zuverlässigkeit im Verlauf der Zeit t sind die Betriebszeit der Maschinen zwischen Störungen T_B und die störungsbedingte Stillstandszeit T_S die untersuchten Größen mit der gegebenen Verteilung. Nimmt man an, die Größe T_B habe eine Verteilung entsprechend der stetigen Funktion $F(t)$ und die Größe T_S eine Verteilung $G(t)$, so ist

$$P(T_B \leq t) = F(t) \quad \text{und} \quad (1)$$

$$P(T_S \leq t) = G(t) \quad (2)$$

Die Grundkennziffer für die Zuverlässigkeit, die Wahrscheinlichkeit des störungsfreien Betriebs $R(t)$, ist also gegeben durch die Beziehung

$$R(t) = P(T_B > t) = 1 - F(t) \quad (3)$$

Die Verteilungsdichte der Betriebszeiten zwischen Störungen wird folgendermaßen berechnet:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} = \frac{dR(t)}{dt} \quad (4)$$

* Forschungsinstitut für Landtechnik, Prag 6 — Repry, CSSR
Direktor: Doz. Dipl.-Ing. M. Velebil (Sc)

Aus den genannten Beziehungen können wir nun die Kennziffern für die Zuverlässigkeit definieren, und zwar die Wahrscheinlichkeit des störungsfreien Betriebs als

$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt \quad (5)$$

und die mittlere Betriebszeit zwischen Störungen als

$$\bar{T}_B = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (6)$$

Ganz analog erfolgt dann die Berechnung der Kennziffern für die Instandsetzungseignung, wobei die Wahrscheinlichkeitsdichte der Instandsetzungszeiten gegeben ist durch die Beziehung

$$g(t) = \frac{dG(t)}{dt} \quad (7)$$

Die Funktion $G(t)$ drückt die Wahrscheinlichkeit aus, daß die Instandsetzung in der gegebenen Zeit durchgeführt sein wird. Der Mittelwert der Instandsetzungszeit ergibt sich dann aus der Beziehung

$$\bar{T}_S = \int_0^{\infty} t \cdot g(t) dt \quad (8)$$

Bei Erprobungen wird der sogenannte Zuverlässigkeitskoeffizient nach der „Einheitlichen Methodik für die Messung und Bewertung von Maschinen“ angegeben. Diese Kennziffer ist jedoch unzureichend, weil sie die Häufigkeit der Störungen im Verlauf des Einsatzes der Maschinen nicht ausdrückt. Die sich ergebenden Koeffizienten sind oft nicht vergleichbar, da die Definition der einzelnen Arbeitszeitkomponenten der Maschinen in der zitierten Methodik nicht ganz eindeutig und erschöpfend angegeben ist.

Eine komplexe Kennziffer für die Zuverlässigkeit ist der Verfügbarkeitskoeffizient. Er gibt die Wahrscheinlichkeit an, mit der die Maschine in jedem beliebigen Augenblick betriebsbereit sein wird.

Das ist also die relative Zeit, in der die Maschine in der Lage ist, die geforderten Aufgaben zu erfüllen. Der Verfügbarkeitskoeffizient K wird definiert durch die Beziehung

$$K = \frac{T_B}{T_B + T_S} = 1 - k \quad (9)$$

Dabei sind:

T_B gesamte (oder mittlere) Betriebszeit der untersuchten Maschinen

T_S gesamte (oder mittlere) störungsbedingte Stillstandszeit der untersuchten Maschinen

k Ausfallkoeffizient der Maschinen

Je nachdem, ob die Gesamt-Stillstandszeit in Gleichung (9) durch technische oder technologische Störungen bedingt ist, erhält man den Koeffizienten für die technische oder die technologische Verfügbarkeit.

Da bei groben ökonomischen Berechnungen der Gesamtkoeffizient für die Verfügbarkeit ermittelt werden muß, ohne Rücksicht darauf, ob die resultierende Verfügbarkeit durch technische oder technologische Störungen beeinflußt ist, berechnet man auch den Gesamt-Verfügbarkeitskoeffizienten. In diesem Fall sind in die Zeit T_S alle störungsbedingten Stillstandszeiten einbezogen (d. h. die Zeit sowohl für technische als auch für technologische Ausfälle).

Die Wahl der geeigneten Funktion

Nach den allgemeinen Definitionen der quantitativen Kennziffern für die Zuverlässigkeit und die Instandsetzungseignung erfolgt die Ermittlung der noch unbekannteren Verteilungsfunktionen $f(t)$ und $g(t)$ durch die Suche eines

geeigneten mathematischen Modells für die empirische Verteilung der Wahrscheinlichkeitsdichte. Die Notwendigkeit, die Übereinstimmung der Verteilung der empirischen Daten mit der hypothetischen Funktion zu prüfen, wird oft nicht beachtet, und es wird daher oft stillschweigend eine Exponentialverteilung vorausgesetzt. Bei der Untersuchung der Zuverlässigkeit komplizierter technischer Systeme, bei denen Störungsströme vieler Hauptbaugruppen oder -teile zusammenlaufen, muß die Übereinstimmung der Verteilung sorgfältig geprüft werden.

Für die Zeit des störungsfreien Betriebs werden gewöhnlich verschiedene Verteilungen empfohlen, wie z. B. die Gammaverteilung, die Weibullverteilung, die Rayleighverteilung, die Normalverteilung oder die log-Normalverteilung. Bei durch Abnutzung verursachten Störungen, deren Eintritt nicht mehr den Charakter einer rein zufälligen Störung hat, werden die ermittelten Daten von der Normalverteilung gut beschrieben.

In unserer Arbeit wollen wir vorläufig die Weibullverteilung wählen. Für ihre Anwendung spricht die Tatsache, daß sie sehr anpassungsfähig ist und man bei ihr auch von allgemeiner Gültigkeit sprechen kann. Wenn der Formparameter dieser Verteilung gleich 1 ist, dann geht sie in eine Exponentialverteilung über, ist aber dieser Parameter gleich 2, so ergibt sich eine Rayleighverteilung.

Die Wahrscheinlichkeitsdichte der Weibullverteilung wird definiert durch

$$f(t; a, b) = \frac{b^{b-1}}{a} t \exp\left(-\frac{t^b}{a}\right) \text{ für } t \geq 0; a, b > 0 \quad (10)$$

wobei

a Maßstabsparameter

b Formparameter ist.

Die Wahrscheinlichkeit des störungsfreien Betriebs ist gegeben durch die Beziehung

$$R(t) = \exp\left(-\frac{t^b}{a}\right) \quad (11)$$

und die mittlere Betriebszeit zwischen Störungen durch die Beziehung

$$T_B = a^{\frac{1}{b}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right) \quad (12)$$

Bei der Berechnung der Instandsetzungseignung wird ebenfalls die Weibullverteilung zur Anpassung der empirischen Daten benutzt, wobei die Wahrscheinlichkeitsdichte der Instandsetzungszeiten $g(t)$ durch die Gleichung (10) gegeben ist. Die Wahrscheinlichkeit des Abschlusses der Instandsetzung resultiert dann aus der Beziehung

$$G(t) = 1 - \exp\left(-\frac{t^b}{a}\right) \quad (13)$$

und die mittlere Zeit für Reparatur \bar{T}_S aus der Beziehung (12).

Die Ermittlung der Primärdaten

Grundlage für die Bewertung der Betriebszuverlässigkeit sind ausreichende Mengen von Daten für die Betriebszeit der Maschinen zwischen Störungen bzw. für die störungsbedingten Stillstandszeiten. Diese Daten wurden mit Hilfe eines in die Maschinen eingebauten Tachographen ermittelt. Um das Ablesen der Tachographen zu erleichtern, wurde nicht nur mit Hilfe des Schwingungsgebers des Tachographen die Zeitdauer des Betriebs (und der Ausfälle) der Maschinen, sondern auch mit Hilfe des von einem Laufrad der Maschine abgenommenen Antriebs des Tachographen die Fahrgeschwindigkeit und die zurückgelegte Strecke registriert.

Durch diese Art der Zeitaufnahme ist ein einziger Beobachter in der Lage, gleichzeitig zehn und mehr Maschinen zu kontrollieren.

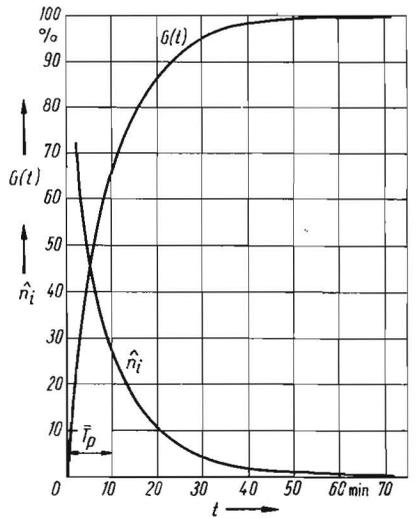
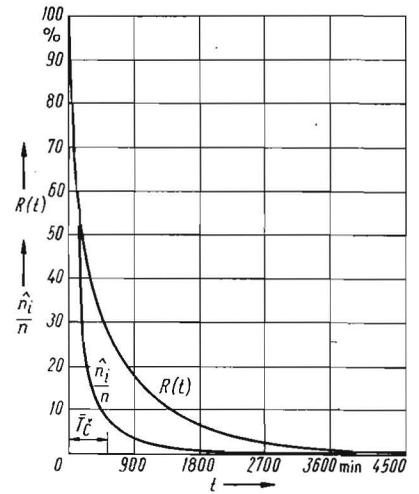
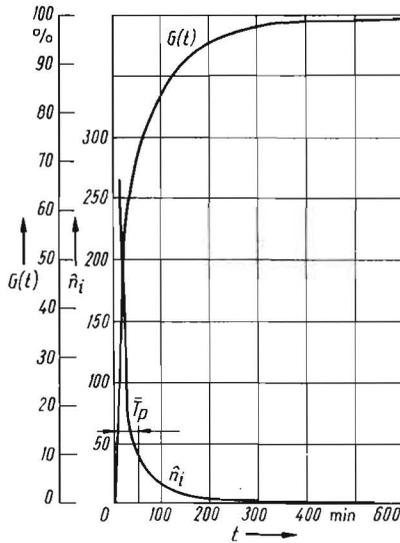
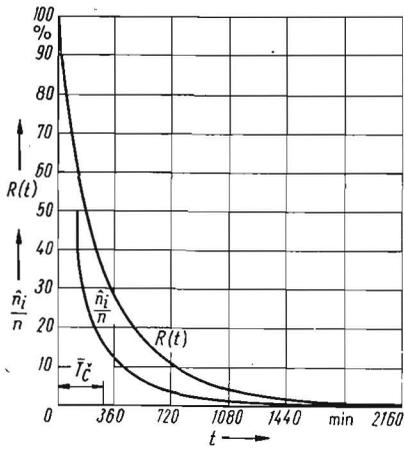


Bild 1. Kennlinien für die Betriebszuverlässigkeit der Mährescher E 512 in Abhängigkeit von der Betriebszeit zwischen technischen Störungen; $R(t)$ Verlauf der Wahrscheinlichkeit des Betriebs der Maschinen zwischen Störungen;

$\frac{\hat{n}_i}{n}$ Kurve der angepaßten empirischen Daten

Bild 2. Kennlinien für die Reparatureignung der Mährescher E 512 bei durch technische Störungen verursachten Ausfällen; $G(t)$ Verlauf der Wahrscheinlichkeit für den Abschluß der Reparaturen;

\hat{n}_i Kurve der angepaßten empirischen Daten

Bild 3. Kennlinien für die Betriebszuverlässigkeit der Mährescher E 512 in Abhängigkeit von der Betriebszeit zwischen technologischen Störungen (Erläuterung s. Bild 1)

Bild 4. Kennlinien für die Reparatureignung der Mährescher E 512 bei durch technologische Störungen verursachten Ausfällen (Erläuterung s. Bild 2)

Ergebnisse bei der Untersuchung der Betriebszuverlässigkeit des Mähreschers E 512

Im Rahmen der Untersuchung des Mähreschers E 512 wurden von Mitte Juli bis Anfang Oktober 1969 Ermittlungen an 12 Maschinen angestellt. Diese erfolgten in den MTS Mělník, Stützpunkt Vojkovice, Hořín und Kokořín, in der LPG Jesenice, sowie auf den Staatsgütern Veltrusy, Obříství, Mšeno, Dubá und Česká Kamenice, und zwar bei der Mahd und Aufnahme von Getreide (in einigen Fällen auch bei der Grassamenernte) mit gleichzeitigem Drusch und Ablegen des Stroh im direkten Mähdruschverfahren oder nach dem Zweiphasensystem. Während der ganzen Zeitdauer der Untersuchung herrschte außerordentlich günstiges sonniges Wetter, die gemessenen Niederschläge betragen durchschnittlich 64 Prozent des Normalwertes in den letzten 50 Jahren.

Die Maschinen wurden nur den erfahrensten Mährescherführern anvertraut. Alle Wartungsarbeiten (Reinigen, Abschmieren, Durchsicht und Einstellen) wurden regelmäßig gemäß Anweisung des Herstellers und mit größtmöglicher Sorgfalt durchgeführt. Kleine Störungen beseitigten die Mährescherführer selbst. Größere Reparaturen erfolgten größtenteils nach der Austauschmethode durch den Kundendienst, und dies oft auch bei solchen Mähreschern, die die Garantiefrist bereits überschritten hatten. Die Betriebskennziffern der untersuchten Maschinen sind in Tafel 1 zusammengefaßt.

Der Verlauf der Kennziffern für die Betriebszuverlässigkeit in Abhängigkeit von der Betriebszeit der Mährescher E 512

zwischen technischen Störungen ist im Bild 1 aufgetragen. Als Modell für die ermittelten empirischen Daten eignet sich die zweiparametrische Weibullverteilung (Kurve \hat{n}_i/n) mit dem Formparameter $\hat{b} = 0,81$. Die Übereinstimmung der empirischen und der theoretischen Kurve wurde durch den Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft und erwies sich als hoch signifikant (auf einem Niveau von 10 Prozent). Es wurde außerdem die Test-Kenngröße χ^2 errechnet, nach der man die Übereinstimmung der Verteilung ebenfalls annehmen kann (und zwar wieder mit der Signifikanz auf dem Niveau 10 Prozent). Aus dem Verlauf der Kurve $R(t)$ wird deutlich, daß die Wahrscheinlichkeit des störungsfreien Betriebs der Mährescher E 512 zwischen technischen Störungen z. B. für den gewählten Wert $t = 60$ min gleich 0,75 ist.

Die errechnete mittlere Zeit des störungsfreien Betriebs der Mährescher E 512 zwischen technischen Störungen $\bar{T}_B = 295$ min bewegt sich mit einem relativen Fehler von 10 Prozent mit der Wahrscheinlichkeit 0,95 in den Grenzen des Intervalls $271 \text{ min} < \bar{T}_B < 324 \text{ min}$. Der Verlauf der Wahrscheinlichkeit für den Abschluß der Instandsetzung $G(t)$ an Mähreschern E 512 ist im Bild 2 aufgetragen. Auch in diesem Fall wurden die ermittelten Ausfälle infolge technischer Störungen durch die Weibullverteilung (Kurve \hat{n}_i) angepaßt, wobei der Formparameter $\hat{b} = 0,60$ ist. Die Übereinstimmung der Verteilung der empirischen Daten mit der theoretischen Funktion kann für den Kolmogorov-Smirnov-Test auf einem Niveau von 1 Prozent angenommen werden. Der Mittelwert der Zeit für die durch technische Störung bedingte Instandsetzung beträgt 52 min.

Zu den am häufigsten vorkommenden technischen Störungen gehört das Auswechseln der Keilriemen des Fahrwerks und der Antriebsriemen für das Dreschwerk. Von der Tatsache, daß das schwächste Glied des Mähdreschers der Motor mit seiner relativ niedrigen Leistung ist, war das Bedienungspersonal (aufgrund der Erkenntnisse beim Einsatz der Mähdrescher 1968 in der ČSSR) unterrichtet und widmete darum dem Motor besondere Sorgfalt. Am häufigsten kam es im Verlauf der Untersuchungen zu Störungen am Mähwerk (37 Prozent aller Störungen), das starr ist und sich deshalb dem Boden in der Querrichtung nicht ausreichend anpassen kann. Des weiteren wurde festgestellt, daß bei der Grassamenernte ein außerordentlich hoher Verschleiß an dem Kleereibegewebe des Dreschkorbs eintrat.

Die Kennlinien für die Betriebszuverlässigkeit in Abhängigkeit von der Betriebszeit der Mähdrescher E 512 zwischen technologischen Störungen sind im Bild 3 aufgetragen. Als Modell für die ermittelten empirischen Daten eignet sich die zweiparametrische Weibullverteilung (Kurve \hat{n}_1) mit dem Formparameter $\hat{b} = 0,65$. Die Übereinstimmung der Verteilung wurde mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Testes geprüft und erwies sich als hoch signifikant (auf einem Niveau von 10 Prozent).

Aus dem Verlauf der Kurve $R(t)$ sehen wir, daß die Wahrscheinlichkeit des störungsfreien Betriebs der Mähdrescher E 512 zwischen technologischen Störungen z. B. für einen gewählten Wert $t = 60$ min gleich 0,75 ist. Der seltene Eintritt technologischer Störungen kann als Folge der zweckmäßigen konstruktiven Ausführung des Dreschwerks gelten. Zu übermäßiger Anstauung des Getreideguts im Mähwerk kam es ebenfalls selten.

Die mittlere Zeit des störungsfreien Betriebs zwischen technologischen Störungen $\bar{T}_B = 529$ min bewegt sich bei einem relativen Fehler von 20 Prozent mit der Wahrscheinlichkeit

0,95 in den Grenzen des Intervalls $450 \text{ min} < \bar{T}_B < 635 \text{ min}$.

Der Verlauf der Wahrscheinlichkeit für den Abschluß der Reparatur $G(t)$ ist im Bild 4 aufgetragen. Auch in diesem Fall wurde die Weibullverteilung (Kurve \hat{n}_1) mit dem Formparameter $\hat{b} = 0,96$ mit Erfolg angewendet. Die Übereinstimmung der Verteilung wurde anhand des Kolmogorov-Smirnov-Testes geprüft und erwies sich als hoch signifikant (auf einem Niveau von 10 Prozent). Die mittlere Zeit für die Behebung einer technologischen Störung an Mähdreschern E 512 ist 10 min.

Einen Überblick über die Koeffizienten für die technische (K_{42}), die technologische (K_{41}) und die gesamte Verfügbarkeit (K_4) der Mähdrescher E 512 zusammen mit der oberen (K_0) und der unteren Grenze (K_u) (für die Wahrscheinlichkeit 0,90) gibt Tafel 2 wieder.

Aus dem Überblick über die Verfügbarkeitskoeffizienten wird deutlich, daß infolge technischer Störungen 15 Prozent der Mähdrescher, infolge technologischer Störungen aber nur 2 Prozent der Maschinen außer Betrieb gesetzt werden. Die Wahrscheinlichkeit für die Gesamt-Verfügbarkeit der Mähdrescher E 512 ist 81 bis 84 Prozent. Wir können also bei jedem Mähdrescher annehmen, daß er infolge von Störungen zu 16 bis 19 Prozent der in Frage kommenden Einsatzzeit außer Betrieb sein wird.

Zusammenfassung der Ergebnisse

An den ermittelten Daten, und zwar sowohl für die Betriebszeiten der Mähdrescher E 512 zwischen Störungen als auch über die störungsbedingten Stillstandszeiten, wurde durch Prüfung festgestellt, daß die Weibullverteilung für die Berechnung der quantitativen Zuverlässigkeitskoeffizienten geeigneter ist als die gemeinhin angewendete Exponentialverteilung. Diese Tatsache bestätigen die errechneten Formparameter (Tafel 3).

Nur im Fall der Verteilung der durch technologische Ursachen bedingten Instandsetzungszeiten nähert sich der

Tafel 1. Leistungen der untersuchten Mähdrescher E 512

Bezeichnung d. Mähdreschers	Baujahr	Anz. d. Betriebskampagnen	Leistung ¹				Anz. d. Einsatz-tage ¹
			im Prüfzeitraum		in der Zeit T_B		
			ha	dt	ha/h	dt/h	
1	1969	1	250	7 460	1,73	51,6	21
2	1968	2	260/60	8 400/160	1,46/1,6	47,2/4,25	21/7
3	1969	1	335/90	10 050/280	1,34/1,08	40,1/3,36	28/11
4	1969	1	125	4 050	1,24	40,2	14
5	1968	2	125	4 100	0,84	27,6	18
6	1969	1	325	10 500	1,37	44,2	26
7	1969	1	280	6 800	1,36	33,1	30
8	1969	1	420/150	13 100/450	1,71/1,32	53,2/3,96	32/18
9	1969	1	400/30	10 950/90	1,66/1,16	45,5/3,49	33/5
10	1969	1	175	5 250	0,78	23,3	20
11	1969	1	105	3 150	1,05	31,4	15
12	1969	1	270	8 100	1,73	52,0	28

¹ vor dem Schrägstrich — bei der Getreideernte; hinter dem Schrägstrich — bei der Grassamenernte

Tafel 2. Koeffizienten der Betriebszuverlässigkeit

K_{42}	0,85	K_{41}	0,98	K_4	0,83
K_{420}	0,86	K_{410}	0,99	K_{40}	0,84
K_{42u}	0,82	K_{41u}	0,98	K_{4u}	0,81

Tafel 3. Kenngrößen der Zuverlässigkeitsuntersuchungen

Kennziffer	Bezeichnung	Zuverlässigkeit in bezug auf		Instandsetzungs-eignung in bezug auf	
		techn. Störungen	technol. Störungen	techn. Störungen	technol. Störungen
Stichprobenumfang	n	494	154	495	153
Klassenintervall in min	Δt	120	150	15	5
Anzahl der Klassen	k	19	31	34	12
Formparameter	\hat{b}	0,81	0,65	0,60	0,96
Mittelwert in min	T	295	529	52	10

Parameter \hat{b} dem Wert 1. Die Zeit zur Behebung einer technologischen Störung wird offenbar nicht durch viele Betriebsfaktoren beeinflusst, die der Grund dafür sind, daß wir in allen übrigen Fällen mit der Exponentialverteilung nicht auskommen würden.

Die Wahrscheinlichkeit der Betriebszeit zwischen Störungen $R(t)$, des Mittelwerts der Betriebszeiten \bar{T}_B und des Mittelwerts der Reparaturzeiten \bar{T}_S , sowie auch die resultierenden Verfügbarkeitskoeffizienten K_{42} , K_{41} wurden unmittelbar unter Betriebsbedingungen, aber unter Mitwirkung des operativen Kundendienstes ermittelt.

Da es sich um den Einsatz verhältnismäßig teurer Maschinen handelt, ist es notwendig, mit allen Mitteln die Häufigkeit und die Dauer der Ausfälle herabzusetzen. Dies muß sowohl von den Herstellern (durch Werkstoffqualität, konstruktive Ausführung, Austauschbarkeit von Teilen oder ganzen Baugruppen, ausreichende Bereitstellung von Ersatzteilen usw.) als auch von den Benutzern (durch einwandfreie Instandhaltung und Vorbereitung der Maschinen vor den Kampagnen, qualifizierte Bedienung, leistungsfähiger Instandsetzungsdienst, Vorbereitung der abzuerntenden Schläge usw.) erwartet werden.

Literatur

- Barlow, E. R.; F. Proschan; L. C. Hunter: *Mathematical Theory of Reliability (Die mathematische Theorie von der Zuverlässigkeit)*. New York — London — Sydney: Wiley — Sons, Inc. 1967
- Gnedenko, B. V.; J. N. Kovalenko; Vvedenie v teoriju massovogo obsluzivaniya (Einführung in die Theorie der Massenbedienung). Moskva Nauka: 1965.
- Churchman, C. W.; R. L. Ackoff; E. L. Arnoff: *Operations Research (Operationsforschung)*. Berlin: Die Wirtschaft 1966.
- Weibull, W.: *Statistical Distribution Function of Wide Applicability (Eine vielseitig anwendbare statistische Verteilungsfunktion)*. Journal of Applied Mechanics, N 3
- Jednotná metodika měření a ekonomického hodnocení zemědělských a lesnických strojů (Einheitliche Methodik für die Messung und ökonomische Bewertung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen). Ständige Arbeitsgruppe für Mechanisierung und Elektrifizierung der Landwirtschaft beim RGW, Gottwaldov 1966. AU 8728