

Symmetrische Lastfälle resultieren im wesentlichen aus Fahrbahnstößen in x- und z-Richtung. Sie beanspruchen primär die seitlichen Schubwände und sekundär die Querverbindungen sowie die Ober- und Unterwände. Die Ursache der sekundären Beanspruchung liegt in der zur Längsachse des Mähdreschers asymmetrischen Massenverteilung und der symmetrischen Dreipunktlagerung des Maschinengestells. Die asymmetrischen Lastfälle infolge von Fahrbahnstößen in y-Richtung haben eine umgekehrte Beanspruchungscharakteristik.

Zur Bestätigung des theoretisch erarbeiteten Tragverhaltens des Maschinengestells wurde ein Modell im Maßstab 1 : 3,33 hergestellt. Die damit durchgeführten Belastungsversuche bewiesen qualitativ die Richtigkeit des Gedankenmodells.

Da jede Scheibe des räumlich statisch bestimmt aufgefaßten Rahmensystems in ihrer Ebene mehrfach statisch unbestimmt ist, waren umfangreiche numerische Berechnungen anzustellen. Am Beispiel der Unterwand und des Spantes 1 soll das gezeigt werden.

Die Unterwand ist unter Berücksichtigung der biegesteifen Anschlüsse 12fach innerlich statisch unbestimmt. Die Aufgabe war, dieses 12fach statisch unbestimmte System für 5 Lastfälle zu berechnen, um durch Variation von Stabsteifigkeiten eine möglichst optimale Spannungsverteilung zu erreichen. Die Ermittlung der Schnittkräfte erfolgte nach dem Matrizenkraftgrößenverfahren [1], das für eine Bearbeitung auf elektronischen Datenverarbeitungsanlagen aufbereitet ist. Die Rechnung wurde auf dem programmgesteuerten Rechenautomat National Elliott 503 am Institut für Datenverarbeitung durchgeführt. Der Bearbeitungszeitraum ließ sich so in vertretbaren Grenzen halten. Dabei stellte sich heraus, daß unter Zugrundelegung einer Werkstoffgüte St 38u-2 für den Gurtwinkel 60 · 60 · 6 an der kritischen Stelle eine rechnerische Sicherheit von $S = 0,85$ gegen Erreichen der Biege-

streckgrenze vorlag. Der Einsatz des höherfesten Baustahles St 52-3 ergab dann eine ausreichende Sicherheit von $S = 1,4$.

Zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführte Spannungsmessungen an diesen Stellen unter ungefähr den gleichen Bedingungen, wie sie der Rechnung zugrunde liegen, bestätigten in recht guter Weise die Größenordnung der kritischen Spannungen. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß in jedem Fall versucht wurde, Rechenergebnisse durch Versuche am fertigen Gerät zu bestätigen.

Wie oben erwähnt, war die konstruktive Durchbildung des Spants 1 mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Eine erste Variante mit gleichen Diagonalen rechts wie links zeigte bei ihrer Durchrechnung — es handelt sich um ein 15fach innerlich statisch unbestimmtes System — unzureichende Sicherheiten (min. $S = 0,5$). Eine Maschine in diesem Rüstzustand bestätigte bei Probefahrten auf einer extrem harten Teststrecke die Rechenergebnisse. Eine zweite Variante mit wirkungsvoller gestalteter rechter Diagonale und Reduzierung der durch Exzentrizitäten an den Knotenpunkten entstehenden Zusatzmomente ergab für die gleichen Belastungsverhältnisse Sicherheiten in der Größenordnung von $S = 1,56$ und damit etwa die dreifachen Sicherheitswerte der Variante 1.

Bei den dargestellten Tragwerkscheiben Unterwand und Spant 1 ließ also die Kombination von theoretischen und experimentellen Untersuchungen konstruktive Lösungen finden, die den auftretenden Betriebsbeanspruchungen mit einer hohen Wahrscheinlichkeit genügen und bei denen keine Überdimensionierungen vorliegen. In ähnlicher Weise wurde bei den anderen Baugruppen des Maschinengestells verfahren.

Literatur

[1] GERBETH, H.: Matrizenkraftgrößenverfahren zur Berechnung hochgradig statisch unbestimmter Systeme. IFL Dresden, 1964 A 7254

Dr. H. BUNGE, KDT

Methodische Hinweise für die Instandhaltungskostenprognose, dargestellt am Mähdrescher E 512

1. Einleitung

Die Steigerung der Arbeitsproduktivität in der Landwirtschaft ist die entscheidende Aufgabe, an der sich alle Maßnahmen der Betriebsorganisation und der Technisierung orientieren müssen. Im allgemeinen geht die Steigerung der Arbeitsproduktivität einher mit einem ständig fortschreitenden Ersatz von lebendiger Arbeit durch technische Hilfsmittel. Dabei kann von einer wirklichen Steigerung nur gesprochen werden, wenn der zusätzliche Aufwand an vergegenständlichter Arbeit je Erzeugniseinheit geringer ist als die eingesparte lebendige Arbeit. Im Rahmen dieser Entwicklung ergibt sich gegenwärtig eine völlige Neukombination von lebendiger und vergegenständlichter Arbeit, die zwangsläufig zu einer Veränderung der Selbstkostenstruktur in der Landwirtschaft führt. Mit fortschreitender Technisierung nehmen die Kosten für den Maschinenbesatz rapide zu. 400, 600, ja sogar 800 M je ha LN sind keine Seltenheit.

Zu einem ganz entscheidenden Element der Einsatzkosten haben sich die Instandhaltungskosten entwickelt (Tafel 1).

Tafel 1. Prozentualer Anteil der Kosten für Instandhaltung und Abschreibung an den Gesamtkosten des Maschineneinsatzes in der LPG Z

Untersuchungsjahr	Instandhaltung	Abschreibung
1960	38,5	13,7
1961	43,6	13,1
1962	44,5	13,7
1963	41,0	14,0
1964	42,3	12,9
1965	42,6	12,4
Durchschnitt	42,2	13,3

Aus Tafel 1 ist zu erkennen, daß die Instandhaltungskosten die Kosten der Abschreibungen um ein Mehrfaches übersteigen. Diese Relation führt logisch zu der Erkenntnis, daß Qualität und Verschleißverhalten die Kosten des Maschineneinsatzes stärker beeinflussen als der Preis. Das gilt insbesondere im Zusammenhang mit der hohen Kapazitätsauslastung im sozialistischen Landwirtschaftsbetrieb und in zunehmendem Maße mit der Entwicklung von Kooperationsbeziehungen. Die hohen Instandhaltungskosten werden im wesentlichen durch drei Komponenten bedingt: Hersteller, Anwender und Instandhaltungswesen.

Nach dem gegenwärtigen Stand unserer Erkenntnisse ist es nicht möglich, den Einfluß der einzelnen Komponenten kostenwirtschaftlich voneinander abzugrenzen, deshalb behandeln wir die Instandhaltungskosten als einheitlichen Komplex.

Über den Umfang der Instandhaltungskosten gibt es eine ganze Reihe von Veröffentlichungen, die wichtigsten davon sind in [1] berücksichtigt. Trotzdem ist es so, daß Untersuchungsergebnisse über Umfang, Struktur und zeitlichen Verlauf der Instandhaltungskosten im allgemeinen erst Jahre nach dem Serienanlauf zur Verfügung stehen. Wichtige Aussagen über Verschleißverhalten, Betriebssicherheit, Wertigkeit im Vergleich zu Weltspitzenerzeugnissen, voraussichtlichen Ersatzteilbedarf und vor allem über den ökonomischen Nutzeffekt einer Maschine sind aber nur möglich, wenn ein guter Überblick über die zu erwartenden Instandhaltungsmaßnahmen und deren Kosten schon vor Aufnahme der Serienfertigung besteht.

Für die Voraussage der zu erwartenden Instandhaltungskosten kann man sich verschiedener Methoden bedienen.

Beispielsweise ist es möglich, die Gesamtkosten der Instandhaltung summarisch einzuschätzen. Dieser Weg erscheint sehr einfach, er führt

aber doch sehr leicht zu falschen Aussagen. Unter der Verallgemeinerung, daß sowohl Herstellung als auch Instandhaltung Material- und Lohnkosten verursachen, kalkuliert SCHAEFER-KEHNERT [2] die Instandhaltungskosten mit Hilfe des Reparaturfaktors. Die gleichen Grundsätze gelten für die Kalkulation der Instandhaltungskosten auf der Basis eines Anteils vom Abschreibungswert. Diese Werte sind sowohl methodisch als auch häufig in der Höhe an [2] angelehnt und oft in agrotechnischen Forderungen und in Wirtschaftlichkeitsberechnungen zu finden. Für beide Methoden ist zu bemerken, daß ein fester Anteil nur für eine bestimmte Arbeitsmenge während der Nutzungsdauer gelten kann. Wenn beispielsweise bei 200 h je Jahr 20 % des Abschreibungswertes für die Instandhaltung vorgesehen werden, dann stimmt dieser Anteil nicht mehr, wenn die Maschine 100 oder 300 h eingesetzt wird, weil in hohen Auslastungsbereichen die Instandhaltungskosten im wesentlichen benutzungsabhängig entstehen. Auf die Instandhaltungskosten je Einheit der Arbeitsmenge wirkt außerdem der Abschreibungswert ein. Höhere Preise bedingen nach diesen Berechnungsmethoden höhere Instandhaltungskosten. Wenn beispielsweise eine Maschine im Interesse eines günstigeren Verschleißverhaltens und niedriger Instandhaltungskosten aufwendiger hergestellt wird, dann erhöhen sich kalkulatorisch proportional mit dem höheren Preis auch die Instandhaltungskosten, was aber tatsächlich nicht eintreten darf.

Alle die genannten Probleme zeigen, daß die bisher verwendeten Methoden der Instandhaltungskostenvoraussage den heutigen Anforderungen nicht mehr genügen.

Im Rahmen der Bearbeitung ökonomischer Grundlagen haben wir uns deshalb ernsthaft um eine methodische Verbesserung der Instandhaltungskostenprognose bemüht. In Anlehnung an die Betrachtungen von SCHAEFER-KEHNERT über Teilreparaturen wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die Kosten der Instandhaltung mit einer gewissen Sicherheit vorzusagen [3]. Sie stützt sich vor allem auf die Nutzungsdauer von Einzelteilen und Baugruppen, wie sie sich aus Festigkeitsberechnungen und Erprobungen ergibt. Außerdem aber auf Analogieschlüsse und Erfahrungen, die sich aus der Instandhaltung und deren Kosten bei ähnlichen Maschinen ableiten lassen.

2. Die Methode der Instandhaltungskostenprognose

Bevor die Einzelheiten der Methode am Beispiel des Mähdreschers (MD) E 512 erläutert werden, seien die von uns erarbeiteten Ausgangsdaten für die Instandhaltungskostenprognose genannt (Tafel 2).

Die hier vorgestellte Methode beruht im wesentlichen darauf, daß alle Teile und Baugruppen, die während der Nutzungsdauer betriebsuntauglich werden, auf der Basis ihrer projektierten Nutzungsdauer bestimmten Instandhaltungskomplexen zugeordnet werden. Dadurch ergibt sich eine Aufgliederung des gesamten, oft komplizierten Instandhaltungsgeschehens auf einzelne, besser überschaubare Instandhaltungskomplexe (IK). In Tafel 2 fehlt der IK 1. Er wird nicht in die Instandhaltungskosten einbezogen, weil er die Maßnahmen der täglichen Pflege zum Inhalt hat. Die dafür entstehenden Lohnkosten werden im allgemeinen im Rahmen der Normzeit vergütet und in der Praxis nicht als Instandhaltungskosten erfaßt.

Außer IK 1 sind für den MDE 512 vier weitere IK vorgesehen. Für jeden IK gilt, daß die in seinem Rahmen erforderlichen Maßnahmen, jeweils nach einer ganz bestimmten Nutzungsdauer, ausgedrückt in ha durchgeführt werden. Dabei ist es durchaus möglich, daß nicht alle Maßnahmen an Pünkten, sondern zum Teil auch auf Strecken der Nutzungsdauer erforderlich werden. Insbesondere gilt das für IK 2, dessen Maßnahmen vorwiegend während der Kampagne durchzuführen sind. Entsprechend der Nutzungsdauer der Teile und Baugruppen haben wir den IK die entsprechenden Intervalle 50, 250, 500 und 1000 ha zugeordnet. Aus dieser Zuordnung ergibt sich die in Tafel 3 zusammengestellte Aufeinanderfolge der IK.

Über den Bedarf an Arbeitszeit und die daraus resultierenden Lohnkosten für die einzelnen IK stehen auf so früher Entwicklungsstufe Istwerte kaum zur Verfügung, so daß man vor allem auf Analogieschlüsse angewiesen ist. Erfahrungen bei der Instandsetzung anderer Mähdreschertypen, Zeitmessungen im Rahmen der Festpreisbildung beim MDE 175

Tafel 2. Ausgangsdaten bei der Instandhaltungskostenprognose für MD E 512.

Instandhaltungskomplex (IK)	Durchzuführen nach ha	Bedarf an Akh	Instandhaltungskosten in M für:			
			Lohn	Gemeinkosten	Material insges.	
2	50	33	100	150	250	500
3	250	100	600	900	1000	2500
4	500	400	1200	1800	2100	5100
5	1000	500	1500	2250	18750	22500

Tafel 3. Reihenfolge der IK beim E 512 während der Nutzungsdauer

1	2	3	Nutzungszeit				
			4	5	6	7	8
—	3	4	3	5	3	4	3
2	2	2	2	2	2	3	2
2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2

sowie Erfahrungen bei der Instandsetzung der Funktions- und Fertigungsmuster nach den ersten Einsätzen dienen als Ausgangswerte. Auf dieser Basis haben wir für die einzelnen IK den Arbeitszeitbedarf festgelegt und die erforderlichen Lohnkosten berechnet. In Tafel 2 sind die entsprechenden Werte eingetragen. Die für den IK 2 vorgesehenen 33 Akh umfassen alle Maßnahmen, die während jeder Kampagne erledigt werden müssen. Nach der 1., 3., 5. und 7. Kampagne ist im Rahmen des IK 3 eine Teilinstandsetzung erforderlich, für die ein Bedarf von 100 Akh vorgesehen wurde. Der IK 4 nach der 2. und 6. Kampagne hat schon mehr den Charakter einer Grundüberholung. Hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs ist der IK 5 mit 400 Akh ähnlich hoch veranschlagt, wie die Grundüberholung (IK 5) nach der 4. Kampagne mit 500 Akh.

Bei einem durchschnittlichen Stundenlohn von 3,— M/Akh ergeben sich aus dem Arbeitszeitbedarf in Tafel 2 die Lohnkosten für die Instandhaltung.

Neben den Lohnkosten spielen Instandhaltungsgemeinkosten eine entscheidende Rolle. In den KIL werden dafür auf gesetzlicher Grundlage 125 % vom Lohn und 12 % von den Materialkosten in Rechnung gestellt. Auf der Grundlage von Erfahrungen in LPG kalkulieren wir 150 % der Löhne als Instandhaltungsgemeinkosten. Tafel 2 weist die entsprechenden Gemeinkosten aus.

Den höchsten Anteil an den Gesamtkosten beansprucht das Material. Die Materialkosten in Tafel 2 sind kalkuliert auf der Grundlage der Anzahl der betriebsuntauglichen Teile und Baugruppen, die ersetzt bzw. instand gesetzt werden müssen. Ersatzteilpreise stehen auf dieser Entwicklungsstufe noch nicht zur Verfügung, so daß vorläufige Ersatzteilverbraucherpreise auf der Basis von Lohn- und Materialbedarf zu kalkulieren sind. Für bestimmte Teile oder Baugruppen gingen statt der Ersatzteilpreise nur die kalkulierten Kosten der Wiederinstandsetzung in die Berechnung ein. Die Materialkosten konzentrieren sich bei unserer Betrachtung stark auf den IK 5, weil diesem Komplex die Motorenüberholung und ein neues Schneidwerk zugeordnet sind.¹ Die Gesamtkosten der Instandhaltung sind in der letzten Spalte der Tafel 2 zusammengefaßt.

Nachdem Reihenfolge, Intervall und Einzelkosten für jeden IK vorliegen, ist es verhältnismäßig einfach, Umfang, zeitlichen Verlauf und Struktur der Instandhaltungskosten darzustellen.

Wenn die Instandhaltungskosten des MDE 512 mit denen des MDE 175 (etwa 35,— M/ha) verglichen werden sollen, müssen die infolge der Industriepreisreform hier angesetzten höheren Ersatzteilpreise sowie die in unserer Rechnung nicht berücksichtigten Subventionen für Instandhaltungsmaßnahmen beachtet werden. Wenn das geschieht, ergeben sich bei

¹ Es sind Untersuchungen eingeleitet, deren Ergebnisse als Ausgangsbasis für eine weitere Senkung der Instandhaltungskosten im Rahmen des IK 5 dienen sollen.

einer 8jährigen Nutzungsdauer und einer entsprechenden Leistung von 2 000 ha durchschnittliche Instandhaltungskosten von 23,60 M/ha.

Da die Kostenstruktur der einzelnen IK bekannt ist, kann ohne große Mühe auch die Zusammensetzung der Instandhaltungskosten abgeleitet werden (Tafel 4).

Tafel 4 zeigt eindeutig, daß die Materialkosten mit 60% alle anderen Kostenelemente weit überragen und daß sich die Instandhaltungskosten vor allem senken lassen, indem die hohen Materialkosten abgebaut werden.

3. Zusammenfassung

Zusammenfassend seien nochmals die einzelnen Schritte unserer Methode genannt:

- a) Festlegung der Nutzungsdauer von Teilen und Baugruppen sowie der IK;
- b) Zuordnung der Teile und Baugruppen zu den einzelnen IK;
- c) Zusammenstellung von Materialbedarf und Materialkosten für die IK;
- d) Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs und Berechnung der Lohnkosten für die IK;
- e) Kalkulation der Instandhaltungsgemeinkosten auf der Basis Instandhaltungslohn für die IK;
- f) Zusammenstellung der Gesamtkosten für die IK;
- g) Darstellung von Umfang, zeitlichem Verlauf und Struktur der voraussichtlichen Instandhaltungskosten.

Trotz großer Sorgfalt bei der Bearbeitung können die im Rahmen unserer Kalkulation ermittelten Werte nicht Anspruch darauf erheben,

Tafel 4. Struktur der Instandhaltungskosten des MD E 512 für eine Nutzungsdauer von 8 Jahren

	Instandhaltungskomplex									
	2		3		4		5		insgesamt	
	M	%	M	%	M	%	M	%	M	%
Material	8000	50	4000	40	4200	41	18750	83	34950	60
Lohn	3200	20	2400	24	2400	24	1500	7	9500	16
Gemeinkosten	4800	30	3600	36	3600	35	2250	10	14250	24
insgesamt	16000	100	10000	100	10200	100	22500	100	58700	100

daß sie in allen Einzelheiten auch in der Praxis zutreffen werden. Die erzielten Ergebnisse sind aber durchaus ermutigend. Die Ermittlungen während der staatlichen Prüfung 1967 haben bestätigt, daß sich die erforderlichen Instandhaltungskosten im wesentlichen im Bereich der Prognosewerte bewegen. Aufbauend auf den bei uns vorliegenden methodischen Erfahrungen sollten in der Perspektive auch für andere strukturbestimmende Erzeugnisse der Landmaschinenindustrie ähnliche Kalkulationen angestellt werden.

Gut begründete Vorstellungen über Umfang, zeitlichen Verlauf und Struktur der Instandhaltungskosten schon vor der Serienfertigung werden maßgeblich dazu beitragen, sicherer als bisher Entscheidungen zu treffen über den ökonomischen Nutzeffekt einer Maschine und über ihren Wert im Vergleich zu Weltpitzenerzeugnissen.

Literatur

- [1] ZIMMERMANN, E. / M. EBERHARDT / G. MATZOLD: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967
- [2] SCHAEFER-KEHNERT, W.: Kosten und Wirtschaftlichkeit des Landmaschineneinsatzes. Verlag Hellmut Neureuter München Wolfrathshausen 1957 (Berichte über Landtechnik, Heft 51)
- [3] —: VEB Fortschritt Landmaschinen, Neustadt 1967 (unveröff. Material)

A 7256

agra 68



Wir fliegen für Sie!

Im modernen Maschinensystem für Mineraldüngung und Pflanzenschutzmaßnahmen ermöglicht das Arbeitsmittel Flugzeug, höhere Ernteerträge zu sichern und betriebswirtschaftliche Vorteile zu erbringen.

Auf der agra 68 – Halle der Chemisierung – können Sie sich überzeugen!

- Ausstellung des Agrarflugzeuges Z-37 im Original
- Modellbeispiele für verschiedene Arbeitsverfahren mit ökonomischen Berechnungen

Am 5. Juli 1968, dem Tag des Agrarfluges, bieten wir Ihnen:

- Kundenberatungsdienst
- Flugvorführungen im ACZ Schafstätt
- Wissenschaftliche Vorträge/Filmvorführungen
- Berichte der Kooperationspartner über ihre Erfahrungen

Wir erwarten Ihren Besuch!

Ihre Bedarfsmeldungen für 1969 richten Sie an INTERFLUG, Betriebsteil Wirtschaftsflug – Absatzleitung –.

Wir bieten Ihnen:

- Jahresverträge mit mindestens 400 Flugstunden
- Spezialisierte Besatzungen
- Technischen Service
- Leistungsfähige Agrarflugzeuge

Die Einsatzorganisation verbleibt in Ihren Händen. Wir beraten Sie auf Wunsch bei Ihrer Planung und bei der Bildung avio-chemischer Brigaden. Sie haben ferner die Möglichkeit, langfristige Leistungsverträge bzw. ständige Nutzungsverträge mit der INTERFLUG abzuschließen.

Die Agrarflieger grüßen die Delegierten des X. Deutschen Bauernkongresses!

INTERFLUG

Betriebsteil Wirtschaftsflug

Direktion Berlin-Schönefeld, Zentralflughafen

– Zentrale Absatzleitung –

Tel. 67 89 23 17, Telex: 011 – 2659

Stützpunkt Berlin	Tel. 67 89 24 21	Telex: 011 – 28 93 011 – 28 94
Stützpunkt Mogdeburg	Tel. 42 100/42 360	Telex: 018 – 374
Stützpunkt Kyritz	Tel. 22 38/42 68	Telex: 015 – 425
Stützpunkt Anklam	Tel. 50 02/50 92	Telex: 033 – 336

INTERFLUG