Manfred Eimer:

Eine mechanisch-elektronische Auswerteanlage zum zweiparametrigen Klassieren von Belastungsaufzeichnungen, T. II

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode *)

In den vergangenen drei Jahren sind am Institut für Landmaschinenforschung im Rahmen von Untersuchungen an Mähdreschern [1]) Drehmomente und Kräfte an den Arbeitsorganen unter verschiedenartigsten Ernteverhältnissen oszillographisch aufgenommen worden, um aus diesen Messungen Grundlagen für Betriebsfestigkeitsversuche und die Dimensionierung von Bauteilen zu gewinnen. An mehreren der untersuchten Arbeitsorgane traten Beanspruchungsfolgen auf, die aus einer periodischen Grundlast und einem Lastanteil statistischer Verteilung bestehen, der von Art, Masse und Zustand des Erntegutes maßgeblich abhängt.

Derartige Belastungsfolgen lassen sich, wie zuerst KLOTH und STROPPEL [1] nachwiesen, mit den für Festigkeitsuntersuchungen gebräuchlichen Klassierverfahren, bei denen nur eine den Lastverlauf kennzeichnende Größe erfaßt wird, nicht hinreichend beschreiben. Außerdem sollten die Eigenheiten eines periodischen Belastungsvorganges aus dem Klassierergebnis zu erkennen sein. Eine Untersuchung bekannter Verfahren auf eine festigkeitsgerechte Beschreibung von Belastungsaufzeichnungen [2] führte zu dem Ergebnis, daß es vorteilhaft ist, solche Belastungsfolgen nach dem von TEICHMANN [3] vorgeschlagenen zweiparametrigen Klassierverfahren auszuwerten. Nach diesem Verfahren werden die Lastamplituden entweder nach Größe und Lage ihres Mittelwertes oder, was dem gleichbedeutend ist, nach Lage des unteren und oberen Lastwertes klassiert. Die Klassiergeräte [4; 5; 6], welche die zweiparametrige Auswertung realisieren, wurden auf spezielle Verwendungszwecke zugeschnitten. Sie sind von Forschungsinstitutionen für Forschungsvorhaben gebaut worden und bisher nicht im Handel erhältlich. Diese Klassiergeräte erlauben entweder die Auswertung bestimmter Meßschriebe nach Art und Breite oder eignen sich nur für die Verarbeitung niederfrequenter Meßsignale. Auch ist es bei diesen Geräten nicht immer möglich, die Klassenmaßstäbe mit einfachen Mitteln zu verstellen. Deshalb wurde eine Auswerteanlage entwickelt und gebaut, mit der Schriebe verschiedener Breiten und Belastungsaufzeichnungen mit kontinuierlich einstellbarem Klassenmaßstab ausgewertet werden können.

1. Das zweiparametrige Auswerteverfahren des entwickelten Klassiergerätes

Das im Institut für Landmaschinenforschung gebaute Klassiergerät dient zum zweiparametrigen Auswerten aller ansteigenden oder abfallenden Kurvenäste eines Belastungsverlaufes nach Größe und Lage ihres Mittelwertes. Beim Klassieren der ansteigenden Kurventeile wird bei Beginn des Lastanstiegs diejenige Spalte einer aus Zählwerken bestehenden Matrix angewählt, die der Klassenlage des unteren Lastwertes zugeordnet ist. Nach Umkehr der Bewegungsrichtung wird in dieser Spalte dann das Zählwerk ausgelöst, das der vom Spitzenwert erreichten Klasse entspricht (Bild 1). Der abfallende Kurvenast bleibt bei dieser Auswertung unberücksichtigt. Da die Spalten entsprechend der Klasseneinteilung jeweils mit einem anderen unteren Lastbereich beginnen, ist es leicht einzusehen, daß die Zählstellen in einer quadratischen Matrix unterhalb der Diagonalen nicht benötigt werden.

Damit Amplituden, die für eine Festigkeitsbetrachtung unerheblich sind, bei der Auswertung unberücksichtigt bleiben, wurde eine Auslöseschwelle vorgesehen. Diese muß nach Bewegungsumkehr unterschritten werden, um den Zählvorgang auszulösen. Es kann je nach Belastungsverlauf zwischen einer Auslöseschwelle von einer halben (wie in Bild 1) und einer ganzen Klassenbreite gewählt werden.

2. Beschreibung der Auswerteanlage

Die Auswerteanlage [2]) (Bild 2) besteht aus der Filmtransportanlage mit der Nachfahreinrichtung (a), dem Klassiergerät für die zweiparametrige Auswertung (b) und einem weiteren Klassiergerät (d), das die Ausgangswerte für die Berechnung der mittleren Belastung liefert. Beim Auswerten wird auf der Filmtransportanlage ein Belastungsverlauf von Hand nachgefahren. Die mechanischen Bewegungen werden in die erforderlichen elektrischen Informationen für die nachgeschalteten Klassiergeräte umgewandelt.

2.1. *Filmtransportanlage mit Nachfahreinrichtung*

Die dem Prinzip nach bekannte Filmtransporteinrichtung (Bild 3) zieht den Meßschrieb — hier ein Oszillographen-

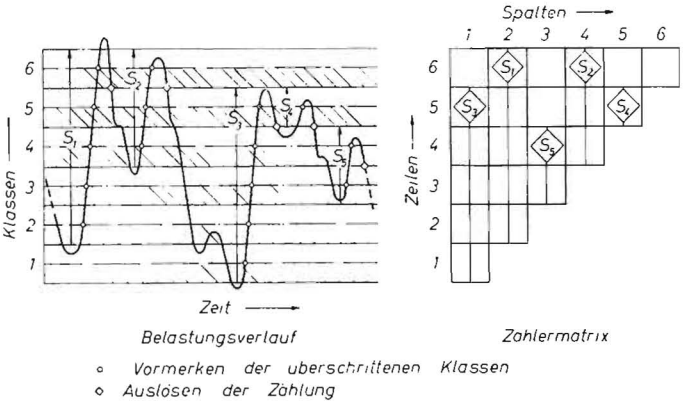

Bild 1: Darstellung der zweiparametrigen Klassierung

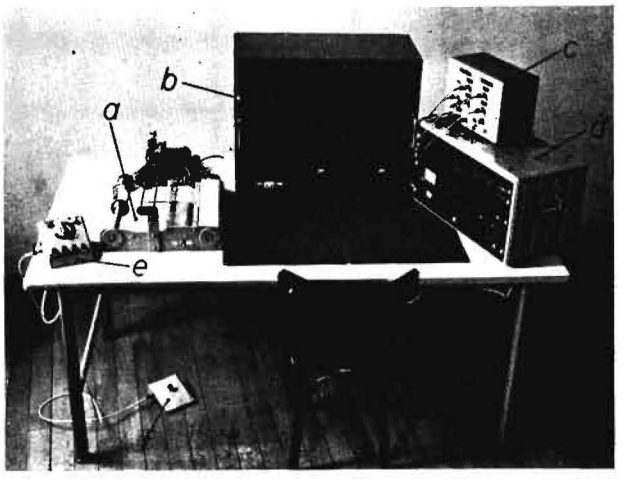

Bild 2: Auswertanlage

a Filmtransportanlage mit Nachfahreinrichtung
b Klassiergerät zur zweiparametrigen Auswertung
c Triggergerät
d Klassiergerät für die Mittelwertbildung von Belastungsaufzeichnungen
e Steuerpult
f Fußschalter

*) Diese Arbeit entstand unter der Leitung des seinerzeitigen Institutsdirektors Prof. Dr.-Ing. Franz Wieneke

1) Diese Arbeiten werden mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt, der auch an dieser Stelle verbindlichst gedankt sei.

2) Der Bau der Auswerteanlage zum zweiparametrigen Auswerten wurde durch Mittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht, der hier noch einmal gedankt sei.

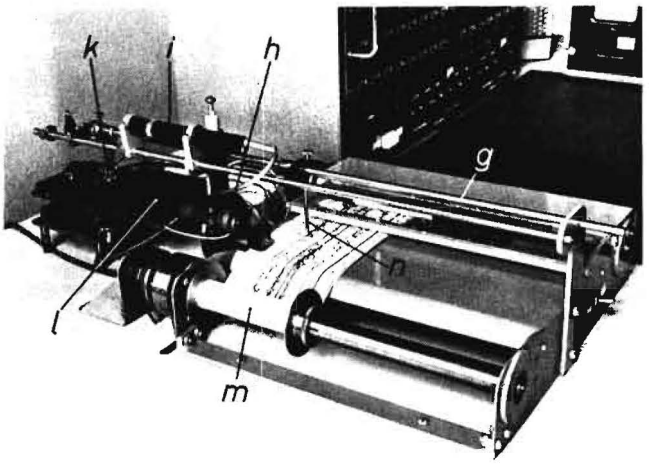

Bild 3: Filmtransportanlage mit Nachfahreinrichtung

g Nachfahrgestänge
h fotoelektrischer Weggeber
i Meßpotentiometer
k Schleifer
l Kontaktbrett
m Oszillographenfilm
n Nachfahrstift

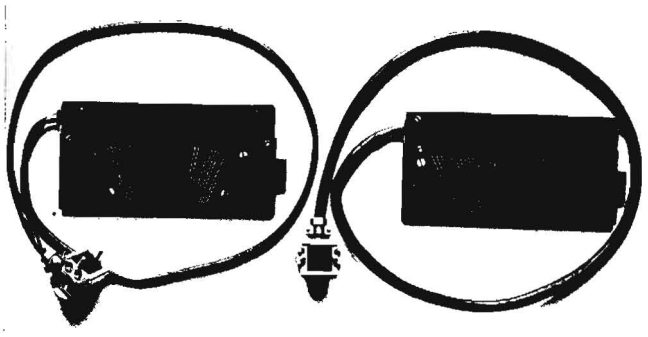

Bild 4: Kontaktbretter

film (m) — von links nach rechts über eine Sichtebene. Die Filmspulen werden durch einen Elektromotor und über Keilriemen, die unter dem Tisch angeordnet sind, angetrieben. Die Spannung des Meßschriebes wird durch elektromagnetische Bremsen, die an der oberen Spulenstirnseite angeordnet sind, aufrechterhalten. Mit einem über der Sichtebene angeordneten Stift (n) fährt der Auswertende den Verlauf einer Belastungsfunktion von Hand nach. Die analoge mechanische Bewegung des Nachfahrstiftes (n) wird dabei durch einen am Nachfahrgestänge (g) befestigten Schleifer (k), der auf einem oberhalb der Transportanlage angeordneten Kontaktbrett (l) gleitet, digitalisiert. In das Kontaktbrett sind fächerförmig eine Anzahl von Kontaktleisten eingelassen. Durch das Verschieben des Brettes senkrecht zur Auswerterichtung kann eine Änderung des Klassenmaßstabes innerhalb eines begrenzten Bereiches vorgenommen werden. Die Klassenbreite läßt sich durch den Austausch von Kontaktbrettern mit unterschiedlichen Maßstabsbereichen (Bild 4) zwischen 1,5 und 9,0 mm leicht variieren. Mit dem Nachfahrgestänge wird außerdem der Schleifer eines Meßpotentiometers (i) bewegt, so daß auch eine dem Belastungsverlauf analoge elektrische Spannung abgegriffen werden kann. Das Meßpotentiometer erlaubt es, Meßaufzeichnungen bis zu einer maximalen Ausschlaghöhe von 120 mm auszuwerten. Der Nachfahrstift und die Schleifer können auf dem Nachfahrgestänge, das in einer Nullstellung festgesetzt werden kann, je nach den Erfordernissen verschoben werden. Vor der Sichtebene auf dem oberen Filmrand läuft die Antriebsrolle für einen fotoelektrischen Weggeber (h), der Impulsfolgen in stufenweise verstellbaren, konstanten Wegintervallen gibt.

Die Filmtransportanlage ist für Filme bis zu 310 mm Breite ausgelegt. Die Umstellung der Anlage auf Meßschriebe anderer Breiten erfolgt durch Verstellen der vorderen Spulenschilde. Die Filmvorschubgeschwindigkeit kann an einem Steuerpult (e in Bild 1) in acht Stufen zwischen 8 und 60 cm/min gewählt werden. Die Möglichkeit, einen anderen Geschwindigkeitsbereich einzustellen, ist durch Änderung der Keilriemenuntersetzung gegeben. Das Zurückspulen des Films kann mit 120 oder 500 cm/min vorgenommen werden. Der Fußschalter (f) hat sich beim Auswerten vor allem für ein schnelles Abschalten des Filmvorschub-Antriebs — wenn beispielsweise der Auswertende nicht mehr dem Kurvenverlauf folgen kann — bewährt.

2.2. *Klassiergerät für eine zweiparametrige Auswertung*

Das Klassiergerät erhält vom Kontaktbrett (l in Bild 3) über ein mehradriges Aufnehmerkabel Impulse als Eingangsinformationen, die darüber Aufschluß geben, welche der Kontaktleisten überfahren worden sind. Die Elektronik[3]) des Gerätes besteht im wesentlichen aus einer Eingangslogik, zwei Speicherregistern und den Leistungsverstärkern für die elektromagnetischen Zähler. In dem einen Speicherregister, dem Vormerkregister, wird der ansteigende Kurvenast eines Lastspiels durch die überfahrenen Klassenmitten vorgemerkt, das zweite Register, das Richtungsregister, stellt an Hand der Impulsfolge die Bewegungsrichtung fest. Kehrt sich nach einer Aufwärtsbewegung die Bewegungsrichtung um, wird also die untere Klassengrenze bei einer eingestellten Auslöseschwelle von einer halben Klassenbreite erreicht, löst das Richtungsregister die Zählung aus (Bild 1). Nach dem Informationsinhalt des Vormerkregisters wird eine Spalten-Zeilen-Kombination angesteuert und der Auslöse-Impuls mit Hilfe der Leistungsverstärker verstärkt, durch den ein Zählwerk ausgelöst wird. Unmittelbar nach der Zählung werden beide Register wieder in ihren Ausgangszustand gesetzt. Der elektronische Teil des Klassiergerätes wurde

3) An dieser Stelle möchte ich cand. el. Wolfgang Bartsch für seine Mitarbeit bei der Entwicklung und Erstellung des elektrischen Teils für das Klassiergerät verbindlichst danken. Eine Eingehende Beschreibung der Elektronik des Klassiergeräts von W. Bartsch und dem Verfasser befindet sich in Vorbereitung und wird voraussichtlich in der „Elektronik" veröffentlicht werden.

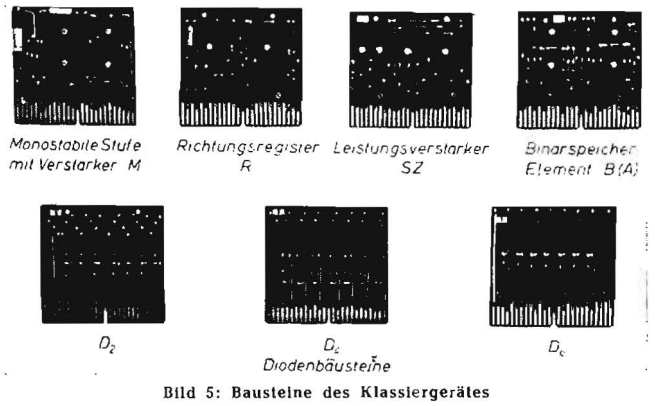

Bild 5: Bausteine des Klassiergerätes

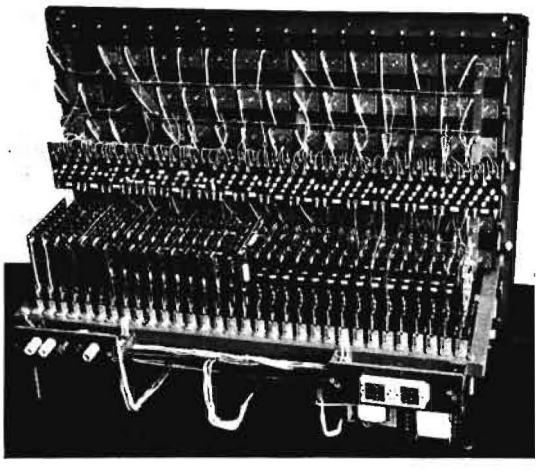

Bild 6: Klassiergeräteeinschub
Rückansicht

weitgehend in Bausteinbauweise ausgeführt (Bilder 5 und 6).

Das Klassiergerät ist für 14 Klassen ausgelegt, von denen je die beiden äußeren auf die doppelte Klassenbreite — als Einfangklassen für gelegentliche Spitzenbeanspruchungen — geschaltet werden können. Die Auswerterichtung, ob die ansteigenden oder abfallenden Kurvenäste gewertet werden sollen, ist an Schaltern einstellbar. Durch einfaches Umstecken des Aufnehmerkabels kann die Auswertung wahlweise mit einer Auswerteschwelle von einer halben und einer ganzen Klassenbreite vorgenommen werden. Das Klassierergebnis wird durch elektromagnetische Zählwerke mit 25 Hz Zählfrequenz angezeigt (105 vierstellige Zählwerke und 1 siebenstelliges Summenzählwerk). Um die Frontplatte des Klassiergerätes in ihren Abmessungen möglichst klein zu halten, wurde die in Bild 1 gezeigte Matrix geteilt und die Teile nebeneinander — der eine um 180° gedreht — angeordnet (Bild 2).

2.3. Geräte zur Mittelwertbildung der Belastungsaufzeichnungen

Interessiert auch die mittlere Belastung, beispielsweise zur Bestimmung des Leistungs- und Energiebedarfes, so kann ein handelsübliches Klassiergerät (elektronisches Klassiergerät M 129 mit Meßwertspeicher Z 77 [7; 8]; d in Bild 2) dazugeschaltet werden. Dieses Gerät besitzt zehn Klassen und bildet aus den momentanen, am Geräteeingang liegenden Spannungswerten auf Auslösungskommandos hin die Summenhäufigkeit (Stichprobenverfahren). Für die Auswertung wird es mit Hilfe des fotoelektrischen Weggebers (h in Bild 3) über ein Triggergerät (c) in aequidistanten Intervallen ausgelöst. Der zu klassierende Augenblickswert wird am Meßpotentiometer (i) abgegriffen, das von einem Spannungsstabilisator gespeist wird. Ein Gleichspannungsverstärker zur Verstärkung der abgegriffenen Meßspannung wurde vorgesehen, um auch Beanspruchungsfolgen mit kleinen Amplituden mit dem vollen Klassenbereich des Klassiergerätes erfassen zu können. Der Stabilisator und der Verstärker sind im Gehäuse des Triggers eingebaut. Die mittlere Beanspruchungshöhe läßt sich aus der Summenhäufigkeit errechnen oder, sofern eine Normalverteilung vorliegt, mit Hilfe einer Rechenplatte, zum Beispiel „Statifix" [8; 9], für die meisten Fälle hinreichend genau ermitteln.

3. Leistungsfähigkeit und Genauigkeit der Auswerteanlage

Die erreichbare mittlere Auswertegeschwindigkeit wird durch das Nachfahren von Hand, nicht durch die nachgeschaltete Datenverarbeitung, begrenzt. Sie liegt je nach Kurvenverlauf und Geschicklichkeit des Auswertenden zwischen 10 und 30 cm Schrieblänge je Minute. Dies entspricht einer Auswerteleistung von 20 bis 90 Amplituden in der Minute. Auch die größte erreichte Nachfahrleistung von 220 Ampl/min kann bequem mit den Klassiergeräten erfaßt werden. Das

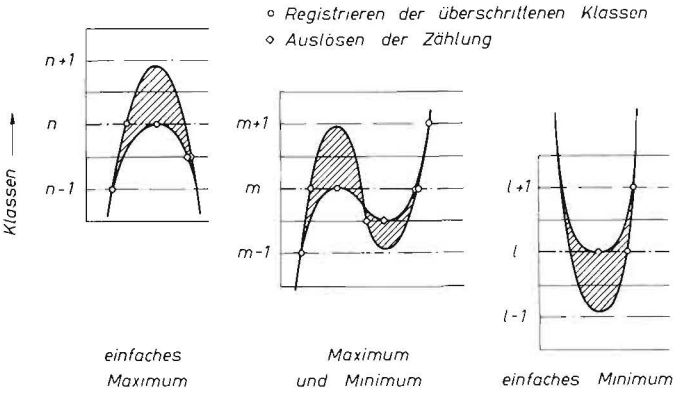

Bild 7: Mögliche Streubereiche mit gleichem Klassierergebnis in den Klassen an Kurvenextremwerten

zweiparametrige Gerät erlaubt es, bei ungünstigem Kurvenverlauf (Sinusschwingung in ungünstiger Klassenlage) und 10 mm Klassenbreite 900 Ampl/min einwandfrei zu registrieren.

Das für die Mittelwertbildung eingesetzte Klassiergerät besitzt mit einer Stichprobendauer von 0,25 ms eine für die Auswertung ausreichende Genauigkeit. Die Klassenbreite ist an diesem Gerät zwischen 1,5 und 10 V in Stufen wählbar. Die absolute Genauigkeit der Klassenbreiten wird mit ± 0,2 V angegeben. Der für die Meßspannung vorgesehene Gleichspannungsverstärker erlaubt es, große Klassenbreiten einzustellen und damit den Einfluß der begrenzten Klassengenauigkeit klein zu halten. Mit diesem Klassiergerät können bis zu 25 Meßwerte je Sekunde klassiert werden.

Die Auswertegenauigkeit hängt maßgeblich von der vom Auswertenden erreichten Nachfahrgenauigkeit ab. Außerdem kann das Auswerteergebnis durch ungenaue Einstellung der Bezugsgrößen verfälscht werden, das heißt ungenaue Einstellung des Schleifers auf dem Kontaktbrett und schlechte Abstimmung des Bezugsniveaus am Voltmeter des Klassiergerätes für die Mittelwertbildung. Bei umsichtigem Vorgehen sind diese Fehler mit ± 2 bis 6 % (der höhere Wert gilt für die kleinste Klassenbreite) und ± 1 bis 3 % anzusetzen. Neben diesen bei der Bedienung der Anlage möglichen Fehlern können die bei allen anderen Geräten (wie Kontaktbretter, Weggeber, Meßpotentiometer, Spannungsstabilisator, Gleichspannungsverstärker) auftretenden vernachlässigt werden.

Die möglichen Streubereiche mit gleichem Klassierergebnis in den Klassen an den Kurvenextremwerten, die bei der zweiparametrigen Klassierung im Falle des Auslösens der Zählung an der Klassengrenze auftreten können, sind in Bild 7 zusammengestellt. Der Streubereich an einem einfachen Extremwert liegt annähernd symmetrisch zur oberen

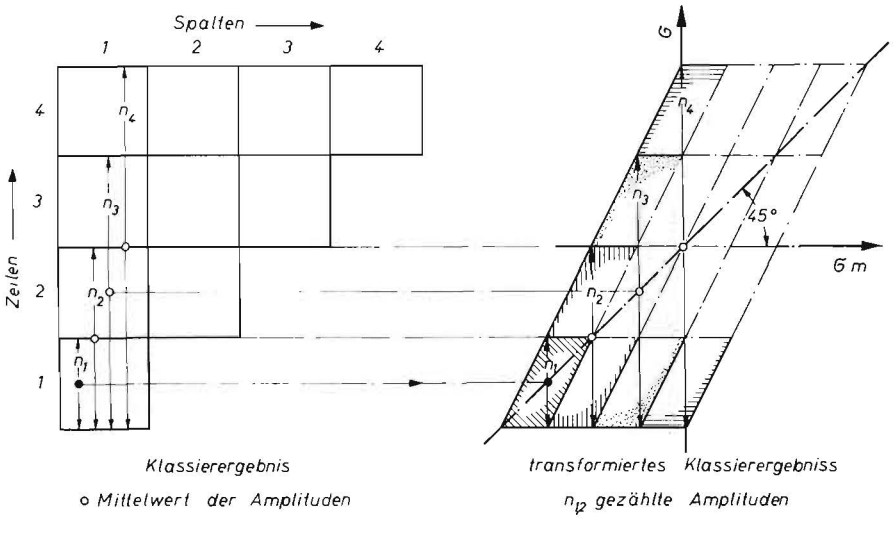

Bild 8: Überführung des Klassierergebnisses in die Darstellungsweise des Dauerfestigkeitsschaubildes
nach Smith

beziehungsweise unteren Klassengrenze, es wird also im Mittel die gezählte Klasse ganz überfahren. Bei der Maximum-Minimum-Kombination mit Ausschlägen kleiner als zwei Klassenbreiten ist ein Ausgleich der Streubereiche nicht immer gewährleistet. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei einer Auslöseschwelle von einer ganzen Klassenbreite.

4. Darstellung des Klassierergebnisses der zweiparametrigen Auswertung für Festigkeitsbetrachtungen

Das in den Zählwerken des Klassiergerätes registrierte Ergebnis kann man leicht in die Darstellungsweise des bekannten Dauerfestigkeitsschaubildes nach SMITH überführen (Bild 8).

Der Mittelwert jeder Amplitude wird dazu auf die 45°-Achse im Festigkeitsschaubild projiziert und von diesem Schnittpunkt die Amplitude je zur Hälfte nach oben und unten auf der Senkrechten aufgetragen. Durch diese Darstellung ist das Klassierergebnis in eine für Festigkeitsbetrachtungen übersichtliche Form gebracht worden.

Die Auswertung und Überführung des Klassierergebnisses in die Darstellungsweise nach SMITH wird am praktischen Beispiel des Mähmesserantriebs-Drehmomentes bei der Ernte von Roggen (Bild 9) und Mais (Bild 10) gezeigt. Die Auswertung des Momentenverlaufs wurde mit einer Auslöseschwelle von einer halben Klassenbreite durchgeführt. Diese Tatsache war auch bei der Überführung des Klassierergebnisses in die Darstellungsweise des Dauerfestigkeitsschaubildes zu berücksichtigen, was sich in einem gegenüber Bild 8 veränderten Raster niederschlägt. Die Punktdichte gibt hier die Häufigkeit der Lastspitzen an.

Auf der Grundlage solcher Lastschaubilder und bei Berücksichtigung des Unterschiedes zwischen ein- und mehrstufiger Belastung auf das Festigkeitsverhalten der Werkstoffe kann die Auslegung von Bauteilen auf Dauerfestigkeit durchgeführt werden. Eine Abschätzung der Lebensdauer von Bauteilen läßt sich hingegen wegen des Fehlens der erforderlichen Zeitfestigkeitskurven auch bei übersichtlichen Belastungsvorgängen vorerst noch nicht vornehmen. Allerdings existieren schon für einige amerikanische Werkstoffe abgewandelte „Goodman"-Diagramme, die eine Bauteilbemessung auf der Grundlage einer zweiparametrigen Auswertung und der MINERschen Regel innerhalb deren Grenzen zulassen (z. B. [10]). — Die zweiparametrige Auswertung von Belastungsfolgen ermöglicht es, vor allem einen spezifizierteren Betriebsfestigkeitsversuch zur betriebsnahen Erprobung von Neukonstruktionen oder repräsentativen Probekörpern durchzuführen.

Das in die Darstellungsweise des Dauerfestigkeitsschaubildes übertragene Klassierergebnis der zweiparametrigen Auswertung gibt gegenüber dem Ergebnis nach einem einparametrigen Auswerteverfahren anschaulich die Häufigkeitsverteilung eines Lastkollektivs wieder. Diese Darstellung läßt leicht erkennen, ob es sich um das Klassierergebnis einer statistischen oder einer zusammengesetzten, das heißt aus verschiedenen Teilkollektiven bestehenden Beanspruchung handelt. Für periodische Belastungsfolgen, wie sie beispielsweise an Mähdreschern vorkommen, besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die Reihenfolge der Lastamplituden aus den sich im Klassierergebnis abzeichnenden Teilkollektiven an Hand eines Meßschriebstückes anzugeben.

Die mittlere Belastungsfrequenz kann aus dem Zählergebnis des Summenzählers am Klassiergerät und der ausgewerteten Schrieblänge, die einer bestimmten Betriebszeit entspricht, errechnet werden. Die Angabe dieses Mittelwertes dürfte für den Werkstoff Stahl in den meisten Fällen ausreichend sein [2].

5. Möglicher Ausbau der Auswerteanlage und des Klassiergerätes für eine zweiparametrige Auswertung

Das Nachfahren eines Belastungsverlaufs von Hand könnte grundsätzlich von einer selbsttätigen Diagramm-Abtasteinrich-

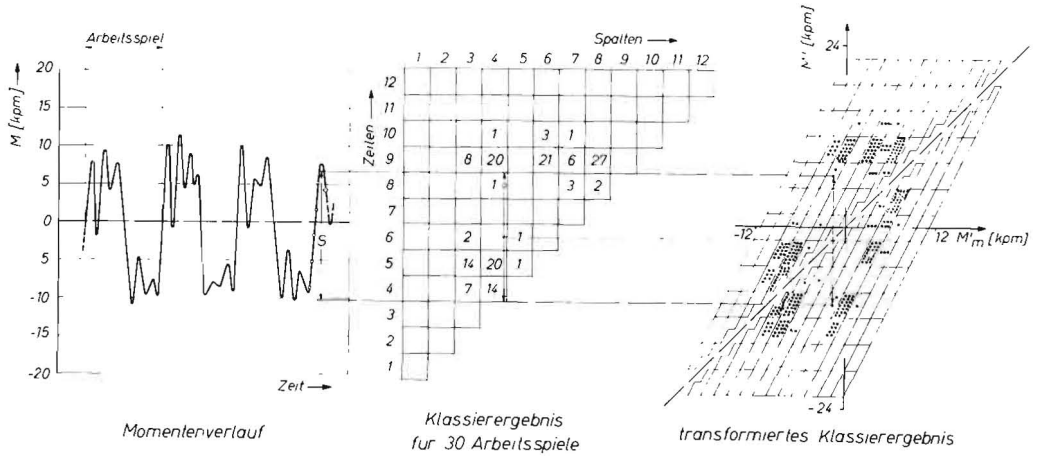

Bild 9: Auswertung und Überführung des Klassierergebnisses in die Darstellungsweise nach SMITH gezeigt am Beispiel des Mähmesserantriebs-Drehmomentes bei der Ernte von Roggen

- O Registrieren der überschrittenen Klassen
- ◇ Auslösen der Zählung
- □ Zählung
- + Mittelwert der klassierten Lastamplitude

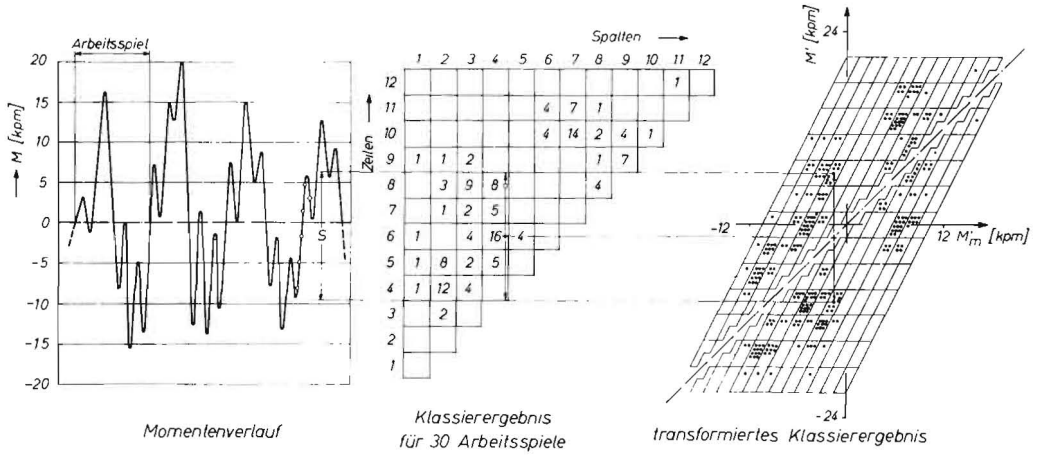

Bild 10: Auswertung und Überführung des Klassierergebnisses in die Darstellungsweise nach SMITH gezeigt am Beispiel des Mähmesserantriebs-Drehmomentes bei der Ernte von Mais

- O Registrieren der überschrittenen Klassen
- ◇ Auslösen der Zählung
- □ Zählung
- + Mittelwert der klassierten Lastamplitude

tung [11; 12; 13] übernommen werden. Diese kann nur dann ungestört arbeiten, wenn der Meßschrieb zwischen Null-Linie und auszuwertender Kurve keine andere Meßaufzeichnung enthält. Bei der Vielzahl der Meßwerte, die im Rahmen der Mähdrescheruntersuchungen anfallen, ließ es sich aber nicht vermeiden, daß sich Meßaufzeichnungen kreuzten.

Das Klassiergerät wird in seiner Auswertefrequenz durch die maximale Zählfrequenz der elektromagnetischen Zähler auf 15 Hz begrenzt. Die Elektronik des Gerätes erlaubt es, Frequenzen bis 230 Hz einwandfrei zu erfassen. Innerhalb dieser Grenzen kann unter Verwendung einer digitalisierenden Zusatzeinrichtung, wie zum Beispiel mit dem von BIEDERMANN beschriebenen Amplitudendiskriminator [14] klassiert werden.

Höchste Arbeitsfrequenzen, wie sie heute frequenzmodulierte Registrierkanäle moderner Magnetbandgeräte erfordern, können auf der Grundlage dieser Schaltung erreicht werden. Dazu wäre die Elektronik des Gerätes mit Schalttransistoren zu bestücken, und die Zählung müßte mit Hilfe von Ferritkernspeichern vorgenommen werden. Die maximale Arbeitsfrequenz läge für ein solches Gerät bei 30 kHz.

Nachteilig bei einer vollautomatischen Auswertung ist es, daß geeignete Klassenmaßstäbe sich erst nach Vorliegen eines Meßschriebes wählen lassen. Außerdem können an Hand eines aufgeschriebenen Lastverlaufs Fehler in der Messung viel leichter erkannt und korrigiert oder die entsprechenden Teile von der Auswertung ausgeschlossen werden [12].

Zusammenfassung

Die zur Auswertung von Meßschrieben gebaute Auswerteanlage ermöglicht es, bei einem einmaligen Abfahren eines Belastungsverlaufs von Hand eine zweiparametrige Klassierung der Lastamplituden nach Größe und Lage ihres Mittelwertes durchzuführen und die Ausgangswerte für eine Berechnung der mittleren Belastung zu ermitteln. Dazu wurde ein neues Auswertegerät zum zweiparametrigen Klassieren entwickelt, während für die Mittelwertbildung auf ein im Handel erhältliches Gerät zurückgegriffen werden konnte.

Bei der Auswerteanlage wurde die Möglichkeit einer einfachen Umstellung auf verschiedene Schriebbreiten und eine leichte und kontinuierliche Verstellbarkeit des Klassenmaßstabes vorgesehen. Die Auswertegeschwindigkeit und -genauigkeit hängt in erster Linie von der Geschicklichkeit des Auswertenden ab. Das Klassierergebnis der zweiparametrigen Auswertung läßt sich leicht in die Darstellungsweise des Dauerfestigkeitsschaubildes nach SMITH überführen. Somit liegt es in einer anschaulichen Form für Festigkeitsbetrachtungen vor. Auf die Ausbaumöglichkeiten zu einer vollautomatischen Auswerteanlage wurde hingewiesen und eine weitere Verwendbarkeit des neu entwickelten Klassiergeräts nach Umbestückung diskutiert.

Schrifttum

[1] KLOTH, W. u. TH. STROPPEL: Kräfte, Beanspruchungen und Sicherheiten in den Landmaschinen. Z-VDI 80 (1936), S. 85—92

[2] EIMER, M.: Möglichkeiten einer festigkeitsgerechten Bewertung von Belastungsaufzeichnungen. Landtechnische Forschung 16 (1966), S. 56—62

[3] TEICHMANN, A.: Grundsätzliches zum Betriebsfestigkeitsversuch. In: Jahrbuch 1941 der deutschen Luftfahrtforschung, S. I 467—I 471

[4] BECKER, A.: Elektro-mechanisches Auswertegerät zur zweiparametrigen Auszählung. Feinwerktechnik 56 (1952), S. 259—263

[5] VERHAGEN, C.J.D.M. u. J.C. de DOES: A Special Stress Analyser for Use on Board Ship. International Shipbuilding Progress 3 (1956), S. 285—289

[6] TITLBACH, Z.: Statistischer Analysator für den Verlauf der veränderlichen Beanspruchung von Maschinenteilen. Feingerätetechnik 12 (1963), S. 64—71

[7] FLÖTENMEYER, E.: Ein elektronisches Klassiergerät zur unmittelbaren statistischen Auswertung von Meßwerten. Elektro-Welt 4 (1959) Ausg. C, S. 89—90

[8] VOGT, H.J. u. E. ZIMMER: Automatische Klassifikation und Speicherung von Meßergebnissen. Elektronik 6 (1957), S. 191—197

[9] LOHSE, H.: Die Bestimmung von Mittelwert und Standardabweichung in der Betriebspraxis. ZwF 2 (1956), S. 11 ff

[10] GRAHAM, J.A.: Use of Cumulative Damage in Designing to Resist Fatigue. SAE-Paper No. 572 F

[11] BREUNIG, H. u. H. KÜRNER: Ein elektronischer Diagrammabtaster zur Kurvenauswertung. Siemens-Zeitschrift 34 (1960), S. 605—610

[12] NASSENSTEIN, H. u. H. DEDDEN: Ein neues Gerät zur automatischen Auswertung von Kurven. VDI-Z. 107 (1965), S. 633—637

[13] OESINGHAUS, W. u. H.-W. WEITZEL: Automatisierung und Meßwerterfassung. VDI-Z 107 (1965), S. 1633—1639

[14] BIEDERMANN, W.: Über ein neues Klassiergerät. Elektronik 13 (1964), S. 19—22

Résumé

Manfred Eimer: "A Mechano-Electrical Evaluation Equipment for a Two-Parametric Classifications of Load Records."

The equipment built to evaluate measuring records permits the carrying out of a two-parametric classification according to size and position of the load amplitudes by tracing the load cycles once by hand as well as giving the initial values for calculating the mean value. A special evaluating instrument for the two-parametric classification had to be developed while an unit for the determination of the mean value was commercialy available.

The possibility of changing into various trace widths and an easy and continuous adjustability of the class-scale is given by this equipment. The evaluation speed and accuracy depends mainly on the skill of the operator. It is easy to transfer the two-parametric classification result into a representation as is shown by the fatigue limit diagram established by Smith. Thus it is clearly avialable for the interpretation of strength. The possibility of making the evaluating equipment full-automatic has been pointed out as well further applicability of the new developed classifying instrument after remounting is discussed.

Manfred Eimer: „Un appareil de dépouillement mécano-électronique pour le classement diparamétrique de courbes d'oscillations enregistrées."

Après avoir suivi à la main, la courbe des oscillations une seule fois l'appareil étudié pour le dépouillement de mesures enregistrées permet un classement diparamétriques des amplitudes d'oscillations d'après l'ordre de grandeur et la position de leur valeur moyenne et de determiner les valeurs servant de base au calcul de la charge moyenne. Pour ce faire, on a dû développer un appareil de dépouillement nouveau pour le classement diparamétrique, tandis que la détermination de la valeur moyenne est possible à l'aide d'un appareil commercial.

Lors de l'étude de cet appareil, on a fait attention qu'il soit possible de le régler pour plusieurs largeurs d'enregistrement et que le changement de l'échelle de classement soit commode et à variation continue. La vitesse et la précision de dépouillement dépendent en premier lieu de l'adresse de l'opérateur. Le résultat du classement diparamétrique peut être transformé facilement en un diagramme d'endurance d'après Smith. On dispose donc d'une forme nette de ce diagramme en vue de calculs d'endurance. L'auteur souligne les possibilités qu'il y a de transformer cet appareil en un appareil de dépouillement automatique et discute une autre possibilité d'application de l'appareil nouvellement développé après avoir changé certains de ses éléments.

Manfred Eimer: „Una instalación mecánico — electrónica para la clasificación biparamétrico de cargas registradas."

La instalación construida para la apreciación de hojas de medidas permite la clasificación biparamétrica de amplitudes de carga, según el valor y la situación media del valor medio, y de encontrar los valores base para el cálculo de la carga media, pasándola una vez a mano por el decurso de la carga. Fué preciso desarrollar un nuevo aparato para la

clasificación biparamétrica, pudiendo sin embargo encontrarse en el comercio un aparato para el cálculo del valor medio.

Para el proyecto de la instalación se ha tratado de prever la posibilidad del cambio fácil y sin escalonamiento de las escalas de clasificación. La velocidad de trabajo y su precisión dependen en primer lugar de la rutina del operador.

El resultado de la clasificación de las operaciones biparamétricas se convierte fácilmente en la forma de presentar el diagrama de resistencia continua de Smith, es decir que se dispone de una forma clara para las cosideraciones de resistencia. Se han indicado posibilidades para el desarrollo de una instalación automática y se discute el empleo de la nueva instalación para otros fines, después de introducirse ciertos cambios.

Hubertus Boehm:

Methoden der quantitativen Marktforschung

Institut für Landmaschinen, Gießen

In einer Dissertation am Institut für Landmaschinen der Justus-Liebig-Universität Gießen hat der Verfasser sich eingehend mit dem Thema: „Die zukünftige Ausrüstung der Landwirtschaft mit Ackerschleppern unter dem Einfluß agrarwirtschaftlicher und technischer Entwicklungstendenzen . . . für die Länder der EWG" beschäftigt. Da die Methoden einer solchen Analyse von allgemeinem Interesse sind, werden sie in nachstehender Abhandlung am Beispiel des deutschen Ackerschleppermarktes dargelegt [1]. Prof.Dr.-Ing. K.H. Schulze

Eine fundierte Vorstellung von der künftigen Entwicklung ist eine der wichtigsten Grundlagen langfristig wirksamer Entscheidungen. Dies gilt besonders für Wirtschaftsbereiche, die auf einen sich verengenden Markt angewiesen sind. Zweifellos befindet sich in dieser Situation gegenwärtig die Ackerschlepper- und Landmaschinenindustrie. Der bereits erreichte hohe Sättigungsgrad des Marktes und der verschärfte Wettbewerb zwingen die Hersteller nicht nur zur Intensivierung der Absatzbemühungen und innerbetrieblichen Rationalisierung, sondern vor allem zu einer sorgfältigen Investitionsplanung. Dabei geht es besonders um die Frage der zukünftig sinnvollen Fertigungskapazität. Die Basis solcher Überlegungen bildet das voraussichtliche Marktvolumen unter Berücksichtigung des erreichten beziehungsweise erreichbaren Marktanteils sowie der erwarteten Exportquote.

Die Bestimmung zukünftiger Marktdaten ist eine der Hauptaufgaben der quantitativen Marktforschung, die damit eine wesentliche Voraussetzung erfolgversprechender betrieblicher Planungen und Entscheidungen ist. Wegen der wachsenden Bedeutung dieses Instruments weitsichtiger Unternehmensführung sollen hier an einem aktuellen Beispiel, und zwar an der Entwicklung des deutschen Ackerschleppermarktes die wichtigsten Methoden der quantitativen Marktforschung dargestellt werden. Diese Übersicht soll zeigen, welche Möglichkeiten zur Bedarfsprognose im Bereich der Landtechnik bestehen und wo die Grenzen der verschiedenen Verfahren liegen.

Die Nachfrage nach Ackerschleppern ergibt sich aus dem Zusatzbedarf für die Erstausrüstung landwirtschaftlicher Betriebe und dem Bedarf für den laufenden Ersatz ausgeschiedener Ackerschlepper. Während sich der Ersatzbedarf bei Kenntnis der durchschnittlichen Lebensdauer und der jährlichen Zulassungen ohne Schwierigkeiten ermitteln läßt, ist die Bestimmung des Zusatzbedarfs problematisch, da dessen Volumen von vielen Faktoren abhängt — von wirtschaftlichen, irrationalen und politischen.

Nach den vorliegenden Erfahrungen wird der Zusatzbedarf am zweckmäßigsten durch eine Vorausschätzung des Schlepperbestandes bestimmt. Die Bedarfsermittlung wird damit im Wesentlichen zu einer Bestandsprognose. Die Bestandsänderungen stellen den Zusatzbedarf dar. Um eine möglichst hohe Wahrscheinlichkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, empfiehlt es sich, mehrere Verfahren nebeneinander anzuwenden und so den Bereich der voraussichtlichen Entwicklung durch die Häufung von Einzelergebnissen zu bestimmen. Im nachfolgenden Beispiel wird der zukünftige Bestand sowohl direkt, und zwar auf verschiedenen Wegen, als auch indirekt, das heißt durch die Vorausschätzung der Entwicklung wichtiger Einflußfaktoren, prognostiziert. Das endgültige Ergebnis wird erst nach dem Vergleich aller konkurrierenden Resultate und der Berücksichtigung nicht quantifizierbarer Einflüsse (z. B. Agrarpolitik) bestimmt. Im folgenden werden die Verfahren beschrieben, die auf ihre Eignung zur Projektion des Ackerschlepperbestandes geprüft wurden.

1. Bestandsprognose durch Trend

1.1 Linearer Trend

Die Ermittlung und Extrapolation der Trendgeraden einer Zeitreihe ist das einfachste Verfahren der Prognose. Voraussagen können jedoch nur für kurze Zeiträume gemacht werden. Dies gilt auch dann, wenn die visuelle Bestimmung der Trendrichtung durch die mathematische Methode der kleinsten Quadrate ersetzt wird; denn die Wahrscheinlichkeit, daß eine wirtschaftliche Entwicklung nach einer linearen Gleichung verläuft, ist gering. Deshalb wird dieses Verfahren im nachfolgenden Beispiel nicht angewandt, sondern hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

1.2. Nicht-linearer Trend mit konstanten Zuwachsraten

Anpassungsfähiger als lineare Trends sind Trends mit nichtlinearer Gleichung. Ein wesentliches Merkmal dieser Verfahren ist die Ermittlung und Prognose der relativen jährlichen Zuwachsraten auf graphischem oder mathematischem Weg.

Zur graphischen Durchführung dieser Methode wird ein Netz mit linearer Zeit- und logarithmischer Merkmalsachse benutzt. In diesem halblogarithmischen Koordinatensystem erscheint eine Zeitreihe mit konstanten relativen Zuwachsraten als Gerade. Diese kann soweit verlängert werden, wie man mit einer gleichbleibend progressiven Entwicklung rechnen darf.

Das gleiche Ergebnis ist (bei kontinuierlichem Kurvenverlauf) mathematisch zu erhalten, wenn man die bisherige jährliche Zuwachs- oder Abnahmerate mit Hilfe der Gln. 1 bzw. 2 ermittelt und in die Gln. 3 bzw. 4 einsetzt ($p = p'$). Dabei müssen jedoch die gewählten Anfangs- und Enddaten der untersuchten Reihe (y_0 und y_n) Normal- oder Durchschnittswerte sein.

1) Diese Arbeit wurde wesentlich von der Fa. Klöckner-Humboldt-Deutz AG, Köln, unterstützt, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.