

Bild 5

*d* und einem Mundstück *e*. Die Vorrichtung ist auf Stützrädern *f* abgestützt bzw. verfahrbar. Im Formkanal *b* sind mehrere nebeneinanderliegende Förder- bzw. Preßschnecken *g* gelagert. Die Schnecken weisen eine vom Einfüllteil *c* zum Mundstück *e* abnehmende Steigung auf, wodurch das im Einfüllteil *c* eingefüllte Gut im Preßkanal *d* verdichtet wird und so vorgepreßt in das Mundstück *e* gelangt. Der letzte Schneckenengang ist teilweise zurückgebogen, so daß eine von Schneckenzentrum nach außen wirkende Förderung ein-

tritt und das Gut im Mundstück *e* besser verteilt wird. Das Ende der Schnecke *g* ist mit einer Kegelspitze *h* versehen, die eine Zentrierung der einseitig in Lagern *i* fliegend gelagerten Schnecken bewirkt. Außerdem wird durch die Kegelspitze die Reibung zwischen Schneckenende und dem gepreßten Gut vermindert.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung kann die Preßvorrichtung auch so ausgebildet werden, daß anstatt der Schnecken im Formkanal ein oder mehrere schräg nach oben gerichtete Preßkolben angeordnet sind.

Wird Grüngut mit einem hohen Feuchtigkeitsgehalt als Silofutter eingelagert, so wird während der Verdichtung durch die Schnecken im Preßkanal ein beträchtlicher Anteil der dem Gut anhaftenden Flüssigkeit ausgequetscht.

Um zu vermeiden, daß die für eine Silierung schädliche Flüssigkeit in den Futterstrang gelangt, sind im Boden, an der tiefsten Stelle des Preßkanals, Öffnungen für den Abfluß vorgesehen. Diese Flüssigkeit kann in geeigneten Behältern gesammelt oder direkt in den Abflußkanal geleitet werden.

A 9283 Pat.-Ing. M. Gunkel

## Erfassen von Beschädigungsursachen in Mechanisierungsmitteln der Kartoffelernte und -aufbereitung

Dipl.-Ing. B. Herold/Ing. G. Siering, Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim der AdL der DDR

### 1. Aufgabenstellung

Mit zunehmender Mechanisierung der Kartoffelproduktion erlangt die Kennzeichnung der eingesetzten Technik, insbesondere hinsichtlich der durch Beschädigung verursachten Wertminderung, ständig größere ökonomische Bedeutung. Die bisher für die Kennzeichnung der Mechanisierungsmittel üblichen subjektiven Verfahren sind auf die Bestimmung von Kennwerten gerichtet, die das Ausmaß der an den Kartoffelknollen feststellbaren Beschädigungen widerspiegeln (1).

Beschädigungen entstehen infolge übermäßiger mechanischer Beanspruchung (überwiegend Druckbelastung) des Knollengewebes während des Durchlaufs durch Mechanisierungsmittel. Das bedeutet, daß eigentlich das Spektrum der auf die Kartoffelknollen ausgeübten mechanischen Belastungen kennzeichnend für das Beschädigungsverhalten der einzelnen Mechanisierungsmittel ist. Dieser Gedanke liegt Versuchen zugrunde, Kennwerte aus den beim Durchlauf durch Maschinen und Anlagen auftretenden Belastungen zu bestimmen (2/ 3/ 4).

Mit dem Einsatz objektiver Verfahren zur Kennzeichnung der Mechanisierungsmittel soll auch der Forderung nach Rationalisierung der Meßwertgewinnung entsprochen werden.

Ziel dieses Beitrags ist, das Verfahren zur Ermittlung von Belastungsspektren mit Hilfe des objektiven Meßwertgebers „künstliche Kartoffel“ als ein von den bisher üblichen Meßverfahren unabhängiges Verfahren vorzustellen und seine Eignung an Beispielen zu demonstrieren.

### 2. Meßverfahren

Dem im Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim entwickelten Meßverfahren mit der „künstlichen Kartoffel“ liegt folgendes Prinzip zugrunde. Von einem kartoffelähnlichen, druckempfindlichen Meßkörper werden auf dessen

Oberfläche wirkende Druckbelastungen drahtlos einer Empfangs- und Registriereinrichtung signalisiert (Bilder 1 und 2).

Der Meßwertgeber „künstliche Kartoffel“ ist realisiert als Ball mit Silikonölfüllung und darin schwebendem inneren Block (a) mit Energieversorgungs- und Signalübertragungssystem. Der Block wird durch Distanzfedern (b) mittig gehalten. Die Ballhülle (c) besteht aus zwei miteinander verklebten Gummihalbschalen, die durch Gewebecinlagen verstärkt sind. Zwei sich gegenüberliegende Verschlüsse — Öleinfüll- (d) und Schaltverschluß (e) — sind einvulkanisiert und gestatten von außen das Nachladen der eingebauten Stromversorgung und das Inbetriebsetzen des Signalübertragungssystems. Die Druckübertragung von der Hülle auf das druckempfindliche Element (f) des Signalübertragungssystems erfolgt über das Silikonöl (g). Dadurch wird eine annähernd kugelsymmetrische Empfindlichkeit des Meßwertgebers gewährleistet.

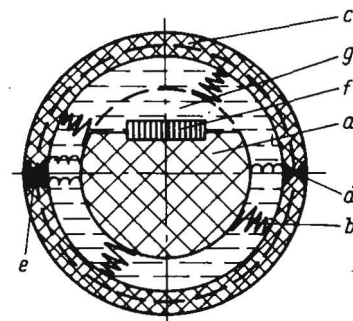


Bild 1. Schnitt durch den Meßwertgeber (schematische Darstellung); a innerer Block, b Distanzfeder, c Ballhülle, d Öleinfüllöffnung, e Schaltverschluß, f druckempfindliches Element, g Silikonöl

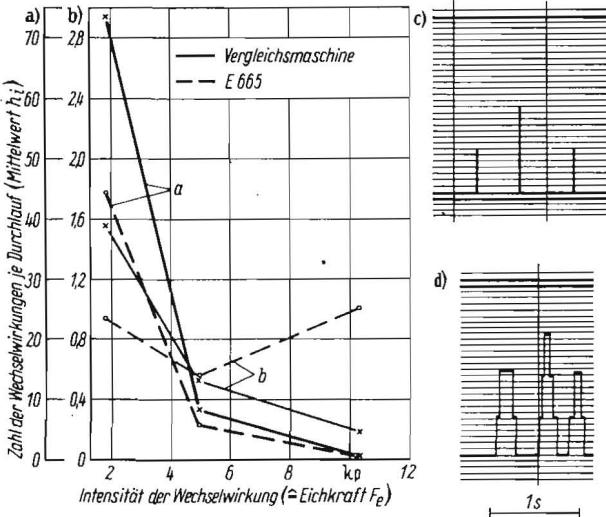
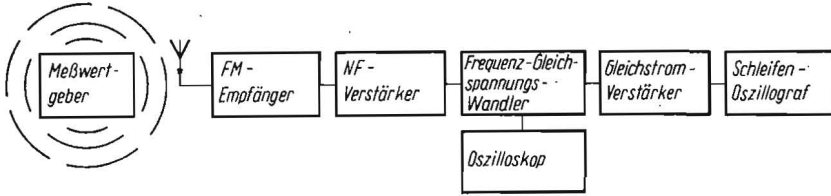


Bild 3. Vergleich der Belastungsspektren von zwei Erntemaschinen: a Stoßbeanspruchung, b Quetschbeanspruchung

Beanspruchungsintensität: leicht  $i = 1$   
 mittel  $i = 2$   
 stark  $i = 3$

( $F_{E,1} = 1,8 \text{ kp}; 4,9 \text{ kp}; 10,3 \text{ kp}$ )

$h_i$  Mittelwert der Häufigkeit von Beanspruchungen  $i$ -ten Grades je Durchlauf

Die rechts im Bild dargestellten Abschnitte aus Meßschieben (E 665) veranschaulichen die Registrierung typischer Stoß- (c) und Quetschbeanspruchungen (d) verschiedener Intensität. Der Papervorschub erfolgte mit 3 cm/s. Zeitmarken wurden sekundlich aufgebracht

Nach dem Ratiendetektor werden sie abgenommen und einem NF-Verstärker zugeführt. Dieser liefert die notwendige Spannung zur Ansteuerung des Frequenz-Gleichspannungswandlers und erlaubt eine Kontrolle des Modulationsgrads. Ein Oszilloskop gestattet die Beobachtung des demodulierten Signals und des sicheren Arbeitens des Schmitt-Triggers vom Frequenz-Gleichspannungswandler. Der angeschlossene Gleichstromverstärker dient zur Ansteuerung einer Oszillografen-Schleife, deren Ausschlag eindeutig der Schaltstellung des Druckschalters entspricht. Die angezeigte Intensitätsgröße wird definiert durch eine statische, zweiseitig über ebene Platten auf den Geber wirkende Eichkraft.

Zur Messung wird die „künstliche Kartoffel“ dem Gutstrom beigelegt. Die beim Durchlaufen eines Mechanisierungsmittels auf den Geber einwirkenden Druckbelastungen und gegebenenfalls Positionssignale über den Aufenthaltsort des Gebers werden auf dem Meßschrieb zeitgetreu registriert.

Anhand der Meßergebnisse sind Aussagen über Art, Intensität und Zahl der Belastungen (im weiteren Wechselwirkungen) sowie über Verweilzeit und Aufenthaltsort innerhalb der Meßstrecke möglich. Besondere Bedeutung besitzt das für jedes untersuchte Mechanisierungsmittel charakteristische Belastungsspektrum, aus dem der Zusammenhang zwischen der Zahl und der Intensität der Wechselwirkungen hervorgeht.

### 3. Ergebnisse

Die bisherige Erprobung des Meßverfahrens ergab, daß z. B. im Feldeinsatz untersuchte Erntemaschinen sich hinsichtlich der gewonnenen Belastungsspektren sicher unterscheiden lassen (Bild 3).

Die nach Messungen an zwei unter gleichen Bedingungen arbeitenden modernen Erntemaschinen aufgestellten Belastungsspektren weisen charakteristische Unterschiede auf. Die E 665 verursacht insgesamt wesentlich weniger leichte Beanspruchungen, jedoch mehr starke Quetschbeanspruchungen als die parallel laufende Vergleichsmaschine.

Die genannten Untersuchungen erfolgten mit 50- bzw. 30facher Meßwiederholung, wobei der mittlere Fehler der berechneten Mittelwerte 5 bis 10 Prozent betrug. Nach den bisherigen Erfahrungen ist die Schwankungsbreite der Meßwerte hauptsächlich den Schwankungen der untersuchten Prozesse zuzuschreiben, d. h., der Meßfehler dürfte noch niedriger liegen. Demnach kann die Qualität der Meßergebnisse in dem Maße erhöht werden, wie genauer definierte Untersuchungsbedingungen vorliegen. Für praktische Messungen bedeutet das, daß die vorgegebenen Mechanisierungsmittel möglichst in Abschnitte typischer Beanspruchungen, d. h. in Baugruppen, zu zerlegen sind (Bild 4).

Baugruppen mit Siebketten zeichnen sich durch hohe Wechselwirkungszahlen bei geringer Intensität aus, mit stark fallender Tendenz in Richtung steigender Intensität. Bemerkenswert ist der statistisch sehr gut gesicherte Zusammenhang zwischen der Gesamtzahl der Wechselwirkungen und der Verweilzeit innerhalb dieser Baugruppe.

Am Beispiel von Siebketten zeigt sich, daß zur Deutung der Meßwerte auch die Kenntnis der für die Bewegung der Belastung des Gutstroms wesentlichen Betriebsparameter notwendig ist. Wie sich Veränderungen der Betriebsbedingungen auswirken, kann am Belastungsspektrum von Fallstufen nachgewiesen werden (Bild 5).

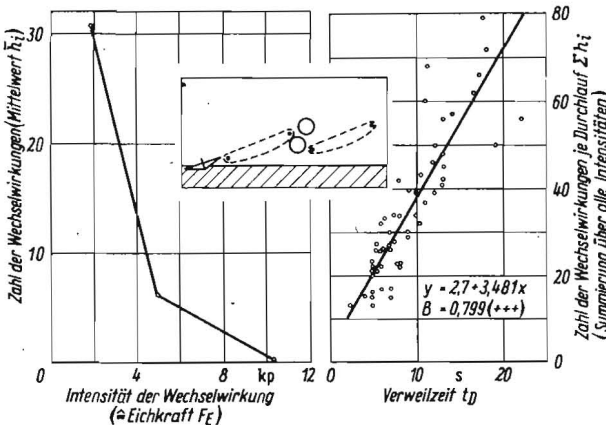


Bild 4. Typisches Belastungsspektrum einer Baugruppe mit Siebketten und dessen Abhängigkeit von der Verweilzeit

Ein dreistufiger Druckschalter wandelt die einen Grundschwellwert überschreitenden Druckbelastungen in digitale elektrische Signale um. Diese steuern einen Multivibrator im Frequenzbereich 3 bis 10 kHz, der wiederum einen Hochfrequenzsender frequenzmoduliert. Die abgestrahlten Signale werden von einer längs des Geberlaufwegs gespannten Antenne empfangen und zu einem FM-Empfänger geleitet.

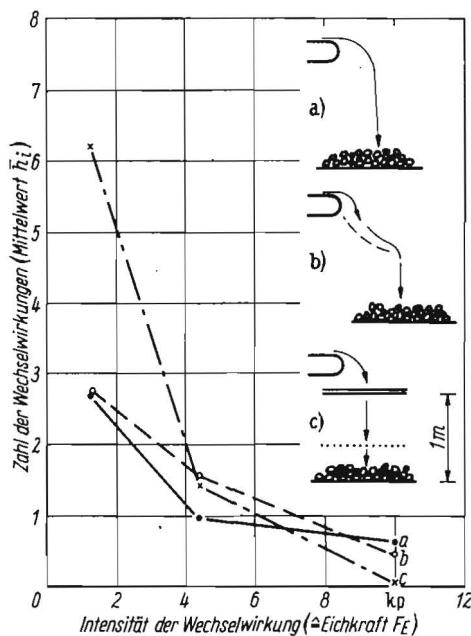


Bild 5. Veränderung des Belastungsspektrums von Fallstufen durch Einsatz von Bremsvorrichtungen:  
 a) ungebremst, b) Netzrutsche, c) stufige Gummistrangbremse.  
 Unterlage: Kartoffelschicht (Höhe etwa 20 cm)

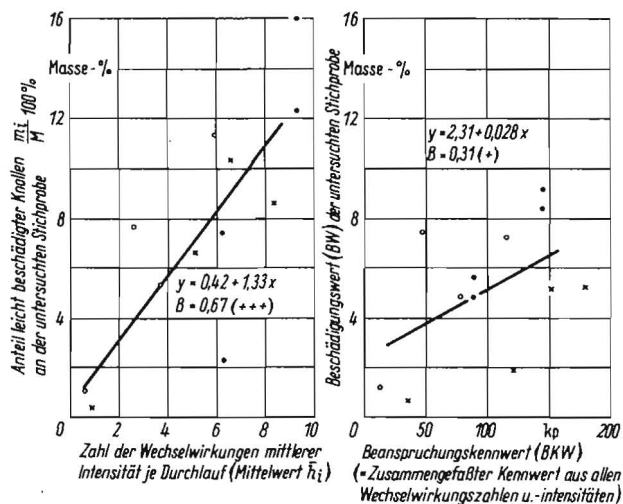


Bild 6. Zusammenhang zwischen Ergebnissen der Beschädigungsbestimmung und Beanspruchungsmeßwerten bei Erntemaschinen

Beschädigungsintensität:  
 Tiefe  $\leq 1,7$  mm leicht  $i = 1$   
 Tiefe von 1,7 mm bis 5 mm mittel  $i = 2$   
 Tiefe  $> 5$  mm schwer  $i = 3$

$$BW = \sum_{i=1}^3 g_i \frac{m_i}{M} \cdot 100 \cdot 10^0$$

$g_i$  Gewichtungsfaktor entsprechend Schälabfall 1  
 ( $g_1 = 0,1; 0,3; 1,0$ )

$m_i$  Masse der  $i$ -ten Grades beschädigten Knollen

$M$  Masse der Gesamtprobe

BKW Beanspruchungskennwert: zusammengefaßter Kennwert aus allen Wechselwirkungszahlen und -intensitäten

$$BKW = \sum_{i=1}^3 h_i \bar{F}_{Ei} \quad F_{Ei} = 1,8 \text{ kp}; 4,9 \text{ kp}; 10,3 \text{ kp}$$

Charakteristisch für Fallstufen ist die insgesamt niedrige Zahl der Wechselwirkungen. Bei nicht oder nur wenig gebremstem Fall wird ein relativ großer Anteil an Wechselwirkungen hoher Intensität registriert. Reduziert man die freie Fallhöhe durch Einsatz von Bremsvorrichtungen, so kippt die Belastungskennlinie derart, daß die Wechselwirkungszahlen bei hoher Intensität zurückgehen und bei geringer Intensität ansteigen.

Die angeführten Beispiele verdeutlichen, daß mit Hilfe dieses Meßverfahrens eine differenzierte Analyse und darüber hinaus eine vergleichende Bewertung von Mechanisierungsmitteln möglich ist.

Sind die Mechanisierungsmittel hinsichtlich der durch Beschädigung verursachten Wertminderung zu kennzeichnen, muß die kausale Beziehung zwischen Belastung und Beschädigung zugrunde gelegt werden. Obwohl diese Voraussetzungen bisher nicht erfüllt sind, lassen sich Zusammenhänge finden (Bild 6).

Bei der Untersuchung von Erntemaschinen ließ sich der Zusammenhang zwischen durch Schälest bestimmten leichten Beschädigungen und mittleren Belastungen statistisch besser sichern als die Beziehung zwischen dem Beschädigungswert und einem zusammengefaßten Beanspruchungskennwert.

Die Bestimmung von gesicherten Beschädigungskennwerten ist erfahrungsgemäß durch zahlreiche Einflußfaktoren so erschwert, daß es gegenwärtig gerechtfertigt erscheint, Belastungsspektren auch allein zur Beurteilung von Mechanisierungsmitteln heranzuziehen. Die damit verbundenen Vorteile geben Anlaß, das Meßverfahren mit der „künstlichen Kartoffel“ als ein Standardverfahren zur Ermittlung von Beschädigungsursachen zu empfehlen.

Es ist zu erwarten, daß bei Verknüpfung der gemessenen Belastungsspektren mit besser angepaßten Beschädigungskennwerten ein statistisch gesicherter allgemeiner Zusammenhang gefunden wird und damit dem Meßverfahren mit der „künstlichen Kartoffel“ auch Aussagekraft über Beschädigungen verliehen werden kann.

Die Erfassung der Beschädigungen je Knolle nach Anzahl und Intensität schafft Voraussetzungen dafür, Beschädigungskennwerte abzuleiten, die den Belastungsmeßwerten logisch entsprechen.

#### 4. Zusammenfassung

Als Mittel zur rationellen Kennzeichnung von Mechanisierungsmitteln hinsichtlich ihrer Beschädigungswirkung wird das Verfahren mit dem objektiven Meßwertgeber „künstliche Kartoffel“ vorgestellt. Dieses Meßverfahren ist geeignet, Mechanisierungsmittel anhand ihrer Belastungsspektren zu vergleichen. Zwischen den Ergebnissen der Belastungsmessung und der Beschädigungsbestimmung lassen sich Korrelationen nachweisen. So wie in der Kartoffelproduktion kann das Meßverfahren auch zur Erfassung der Beschädigungsursachen bei anderen landwirtschaftlichen Gütern (Obst, Eiern) eingesetzt werden.

#### Literatur

- 1) Baganz, K./K. Ziems: Untersuchungen zur Beurteilungsmethodik von Kartoffelbeschädigungen. Archiv für Landtechnik 6 (1967) H. 1, S. 21-36.
- 2) David, L.: „Künstliche Kartoffel“ als Meßwertgeber zur Erfassung von Beschädigungsquellen in Kartoffelvollerntemaschinen. Dt. Agrartechnik 18 (1968) H. 11, S. 541-542.
- 3) Maksimov, L. M.: Issledovanije separirujuščich organov kartofeleuboročnych mašin s pomoščju gidromechaniceskogo datčika. Traktory i sel'chozmasiny (1970) H. 9, S. 28-29.
- 4) -: Britischer Elektronenapfel. Neues Deutschland v. 2. September 1972, S. 12. A 9313