

# Zum Einfluß ausgewählter Stoffparameter auf das Arbeitsergebnis der Reinigungseinrichtung eines Mähdreschers

Dipl.-Ing. A. Spittel, Technische Universität Dresden, Sektion Krafffahrzeug-, Land- und Fördertechnik

## Verwendete Formelzeichen

$D^2Y$	mm	Streuung der logarithmischen Normalverteilung
EY	mm	Erwartungswert der logarithmischen Normalverteilung
h	%	relative Häufigkeit
H	%	Summenhäufigkeit
KK	%	Kornanteil
KV	%	Kornverlust
$l_{St}$	mm	Kurzstrohlänge
$m_{Ki}$	kg	Masse der Körner in der Abscheideklasse i
$m_{Kü}$	kg	Masse der Körner des Siebüberlaufs
$m_{oi}$	kg	Gesamtmasse in der Abscheideklasse i
M	mm	Median
$M_x$	mm	Abszissenwert
$\dot{q}_0$	kg/s · m	spezifischer Gesamtdurchsatz am Dreschwerk
$\dot{q}_R$	kg/s · m	spezifischer Durchsatz der Reinigungseinrichtung
RK	%	Reinheitsgrad des am Obersieb abgeschiedenen Kornes
$v_T$	m/s	Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel
x	%	Trockensubstanzgehalt
$\mu$	—	Erwartungswert der transformierten Kurzstrohlängenverteilung
$\sigma^2$	—	Streuung der transformierten Kurzstrohlängenverteilung

## 1. Problemstellung

Infolge Steigerung des Durchsatzes der Drescheinrichtung und der nachgeordneten Einrichtungen zur Restkornabscheidung wird die Reinigungseinrichtung des Mähdreschers stärker belastet.

Die Intensivierung des Druschprozesses durch Erhöhung der Trommeldrehzahlen oder Anwendung von anderen mechanischen Druschprinzipien bewirkt eine geänderte mechanische Einwirkung auf das Druschgut. Eine weitere Analyse der Laborvergleiche von Ein- und Mehrtrommeldreschwerken nach [1] ergab, daß der Erwartungswert der Strohlängenverteilung des Druschgutes nach der Drescheinrichtung am Mehrtrommeldreschwerk um rd. 50 mm geringer ist, als am Eintrommeldreschwerk. Die abgeschiedenen Beimengungen unterscheiden sich in ihrem Spreuanteil in Abhängigkeit von der Einrichtung. Beim Übergang vom Ein- zum Mehrtrommeldreschwerk sinkt der Spreuanteil in den abgeschiedenen Beimengungen an der Drescheinrichtung von 72% auf 65% und am Strohschüttler von 65% auf 36%. Diese Zahlen belegen, daß ein erhöhter Energieanteil für das Zerkleinern des Langstrohs, der Blätter und Fruchtstände aufgewendet wird.

Die veränderte Beimengungsstruktur nach dem Druschprozeß sowie gewandelte Konstruktions- und Betriebsparameter der Einrichtungen zur Kornabscheidung sind die Ursache dafür, daß die steigende Durchsatzbelastung der Mähdrescherreinigungseinrichtung von einer Änderung der Stoffparameter der Beimengungen begleitet wird. Bisher ist der Einfluß der Stoffparameter auf das Arbeitsergebnis einer Mähdrescherreinigungseinrichtung weitgehend unbekannt.

Mit den nachfolgend beschriebenen Untersuchungen sollen Grundlagen für eine Bewertung von verschiedenen Einrichtungen nach den Stoffparametern der an ihnen abgeschiedenen Beimengungen geschaffen werden. Weiterhin ist die Kenntnis des Einflusses der Stoffparameter für die Weiterentwicklung der Reinigungseinrichtung bedeutungsvoll, um die Bestandteile der Beimengungen, die das Sieben und Sichten am stärksten beeinträchtigen, intensiv abscheiden zu können.

## 2. Stoffparameter des Versuchsgemisches

Die Mähdrescherreinigungseinrichtung wird in Abhängigkeit vom Kornanteil des Mähdruschgemisches und vom Kornanteil des Reinigungsgemisches mit durchschnittlich 50 bis 60% des Gesamtdurchsatzes des Mähdreschers belastet.

Das Reinigungsgemisch besteht aus Körnern (rd. 75 bis 85 Masse-%) sowie aus Kurzstroh, Spreu, Ähren, Unkrautsamen und mineralischen Verunreinigungen. Kurzstroh und Spreu sind als Hauptbestandteile etwa zu gleichen Teilen im Reinigungsgemisch enthalten. Zur Charakterisierung des Reinigungsgemisches dienen die Stoffparameter.

Aus der Vielzahl der existierenden Stoffparameter sind für den Reinigungsprozeß vor allem das Verhältnis und die Schichtung der Komponenten untereinander [2] sowie von den Eigenschaften die geometrischen Abmessungen, die Masse, die Oberflächenbeschaffenheit und der Trockensubstanzgehalt der Einzelbestandteile bedeutungsvoll. Die Schwebegeschwindigkeit als wesentliche Eigenschaft ist eine Funktion der bereits genannten Parameter [3]. Wie in der Problemstellung gezeigt wurde, wird die Neu- und Weiterentwicklung von Dreschwerken von einer Wandlung der Stoffparameter der Beimengungen, insbesondere des Verhältnisses

von Spreu zu Kurzstroh und der Kurzstrohlängenverteilung, begleitet. Da der Einfluß der zuletzt genannten Parameter auf das Sieben und Sichten bisher unbekannt war, wurden hierzu experimentelle Untersuchungen durchgeführt [4].

Die Grundlage hierfür bildete die Analyse der Beimengungen, die beim Drusch von abgelagertem Weizen an einer Eintrommeldrescheinrichtung und Strohschüttler abgeschieden wurden. Folgende Bedingungen charakterisierten die Versuche:

- Dreschtrommeldurchmesser 600 mm
- Umfangsgeschwindigkeit der Dreschtrommel  $v_T = 35$  m/s

— spezifischer Durchsatz  $\dot{q}_0 = 6,5$  kg/s · m. Die Längenverteilung des Kurzstrohgemisches ist im Bild 1 dargestellt, wo die Einzelhäufigkeiten der Kurzstrohteile einzelnen Längengruppen zugeordnet sind.

Trägt man die Summenhäufigkeitswerte in das Wahrscheinlichkeitsnetz Nr. 485 ein, so können sie näherungsweise durch eine Gerade verbunden werden. Somit ist grafisch der Nachweis erbracht worden, daß die Länge der Kurzstrohteile eine lognormale Verteilungsfunktion darstellt (Bild 2). Ausgehend von der erhaltenen Ausgleichsgeraden wurden der Median M ( $H = 50\%$ ) mit 31,5 mm und der Abszissenwert  $M_x$  ( $H = 15,87\%$ ) mit 19,0 mm grafisch bestimmt.

Daraus wurden nach [5] der Erwartungswert  $\mu$  und die Streuung  $\sigma^2$  der normalverteilten transformierten Zufallsgröße berechnet. Nach den Gln. (3) und (4) lassen sich dann der Erwartungswert und die Streuung der logarithmisch normalverteilten Kurzstrohlänge ermitteln. Charakteristisch ist, daß der Median M und der Erwartungswert EY verschiedenen sind.

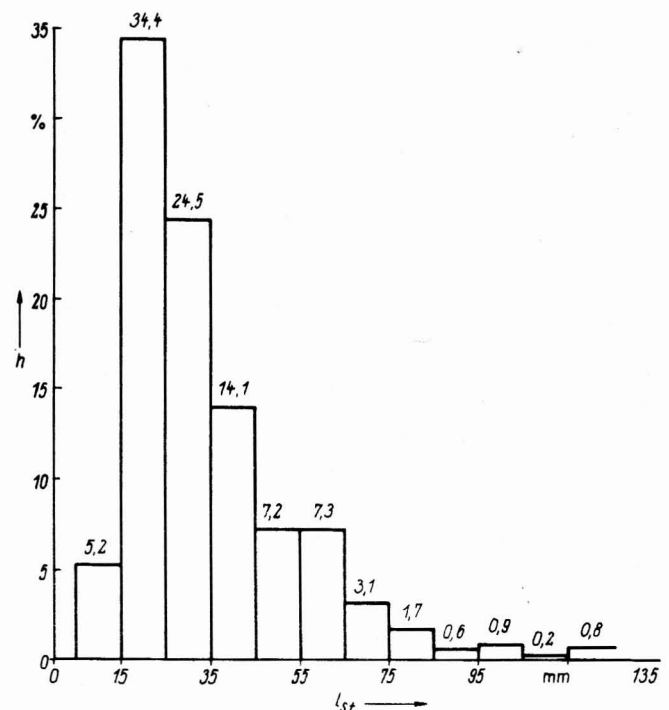


Bild 1

Längenverteilung des beim Drusch von abgelagertem Weizen abgeschiedenen Kurzstrohs nach Masseanteilen

$$\mu = \ln M \quad (1)$$

$$\sigma = \ln M - \ln M_x \quad (2)$$

$$EY = e^{\mu + \frac{\sigma^2}{2}} \quad (3)$$

$$D^2 Y = e^{2\mu + \sigma^2} (e^{\sigma^2} - 1) \quad (4)$$

Die Kurzstrohlängenverteilung ist durch den Erwartungswert  $EY = 36$  mm und die Streuung  $D^2 Y = 365$  mm<sup>2</sup> eindeutig beschrieben. Durch Umformen der Gln. (1) bis (4) wird es möglich, für beliebige Erwartungswerte  $EY$  und Streuungen  $D^2 Y$  den Median  $M$  und den Abszissenwert  $M_x$  zu berechnen:

$$M = e^{\mu} \quad (5)$$

$$M_x = e^{\ln M - \sigma} \quad (6)$$

Mit den berechneten Parametern wird im Wahrscheinlichkeitsnetz Nr. 485 die Gerade der Summenhäufigkeitskurve eingetragen. Durch Teilung der Abszisse in Klassen gleicher Länge ist es möglich, die Einzelhäufigkeiten der Verteilungsfunktionen zu entnehmen. In den geplanten experimentellen Untersuchungen wird unter Beachtung der bei der Beimgungsanalyse erhaltenen Werte und der erwarteten Änderungen der Stoffparameter bei Anwendung zukünftiger Dreschwerke der Erwartungswert in den Stufen  $EY = 30; 45$  und  $60$  mm bei konstanter Streuung  $D^2 Y = 265$  mm variiert. Neben den Untersuchungen zum Einfluß der Längenverteilung wurden Experimente mit geänderten Verhältnissen von Spreu und Kurzstroh durchgeführt.

In Anlehnung an die in der Problemstellung aufgeführten Änderungen wurde der Spreuanteil am Gesamtgemisch in den Stufen 5, 10 und 15% bei einem Kornanteil von 80% geplant.

### 3. Versuchsmethodik

Der Aufbau der Versuchseinrichtung entsprach der bereits in [2] dargestellten Versuchsanlage. Die Konstruktions- und Betriebsparameter von Rücklaufboden und Obersieb entsprachen denen der Reinigungseinrichtung eines hochleistungsfähigen Mähdreschers.

Zunächst wurde Langstroh mit Hilfe einer Schlagschere in verschiedene Längsklassen geschnitten. Durch Mischen der berechneten Anteile der verschiedenen Längsklassen wurden die Kurzstrohverteilungen mit den vorgegebenen Größen für Erwartungswert und Streuung hergestellt. Das Korn und die Spreu wurden durch Aufbereitung von Weizenreinigungsgemisch gewonnen, das dem Korb- und Schüttlerdurchlauf eines Dreschwerks entstammte.

Das Reinigungsgemisch wurde dem Rücklaufboden vom Dosierband mit dem spezifischen Durchsatz  $\dot{q}_R = 4,3$  kg/s · m gemischt zugeführt. Der Kornanteil  $KK \approx 80\%$  und der Trockensubstanzgehalt  $x \approx 86\%$  waren bei allen Versuchen konstant.

Nach [6] hat der Reinigungsprozeß eine relativ große instationäre Anlaufphase. Um reale Meßergebnisse zu erzielen, wurden der Siebdurchlauf in der Ebene des Untersiebs in 7 Abscheidungsklassen sowie der Siebüberlauf in einer Meßzeit von 5,2 s nach Beginn der quasistationären Abscheidungsprozesse am Obersieb aufgefangen.

Mit Hilfe von Trenn- und Wägeeinrichtungen wurden die in den Abscheidungsklassen aufgefangenen Massen hinsichtlich ihrer Korn- und Beimengungsbestandteile ausgewertet. Als Bewertungsgrößen des Reinigungsprozesses wur-

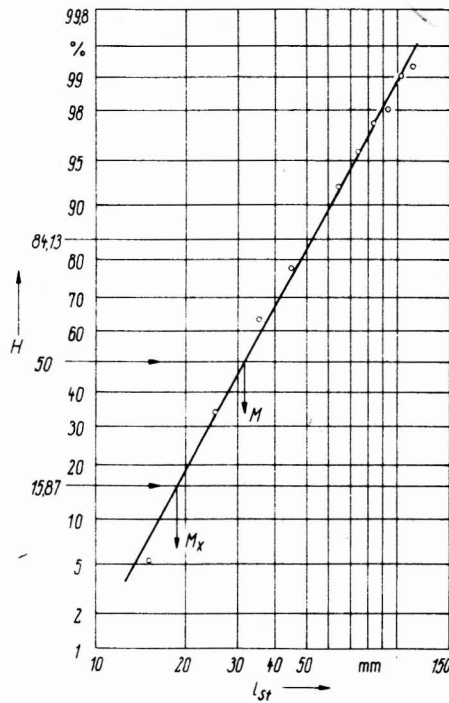


Bild 2. Summenhäufigkeit der Kurzstrohlängenverteilung im logarithmisch geteilten Wahrscheinlichkeitsnetz

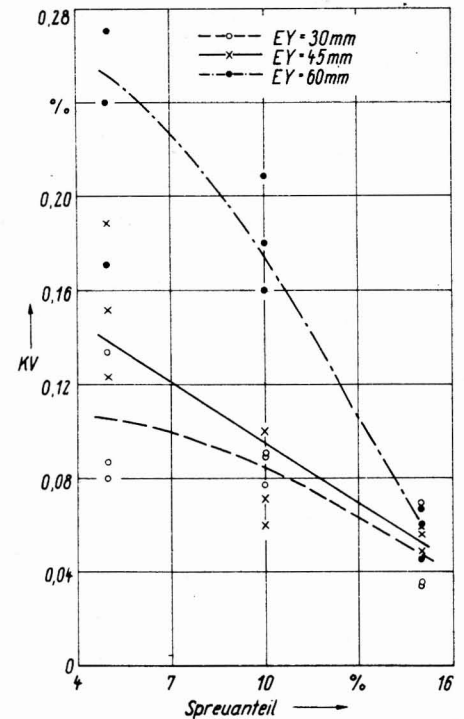


Bild 3. Kornverlust als Funktion von Spreuanteil und Erwartungswert der Kurzstrohlängenverteilung

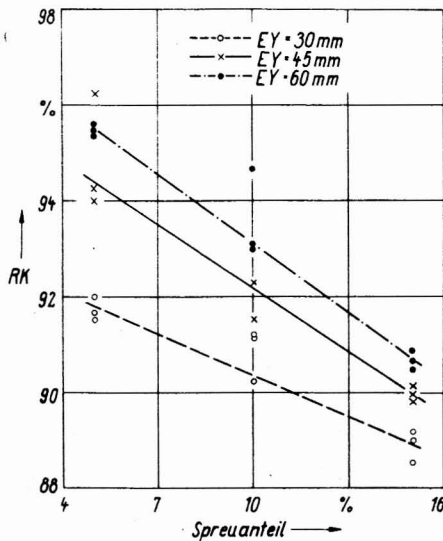


Bild 4. Reinheitsgrad des am Obersieb abgeschiedenen Gemisches als Funktion von Spreuanteil und Erwartungswert der Kurzstrohlängenverteilung

den der Kornverlust  $KV$  und der Reinheitsgrad  $RK$  des am Obersieb abgeschiedenen Kornes ausgewählt. Sie werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$KV = \frac{m_{K_u}}{\sum_7 m_{K_i}} \quad (7)$$

$$RK = \frac{\sum_7 m_{K_i}}{\sum_7 m_{o_i}} \quad (8)$$

### 4. Versuchsergebnisse

Der Kornverlust und der Reinheitsgrad, die bei Verwendung der verschiedenen Modellgemische auftraten, sind in den Bildern 3 und 4

dargestellt. Die Auswertung dieser Bilder ergibt folgende grundsätzliche Tendenzen:

- Mit steigendem Spreuanteil werden der Kornverlust und der Reinheitsgrad geringer.
- Ein wachsender Erwartungswert der Strohlängenverteilung bei konstanter Streuung führt zur Erhöhung des Kornverlustes und des Reinheitsgrades.
- Mit steigendem Spreuanteil wird der Einfluß der Strohlängenverteilung immer geringer. Ab einem Spreuanteil von 15% des Gesamtgemisches hängt der Kornverlust unwesentlich von der Strohlängenverteilung ab.

Diese Tendenzen können wie folgt begründet werden:

- Die Strömungsgeschwindigkeit im Austrittsquerschnitt des Gebläses von 8 bis 10 m/s bewirkt eine Vorsortierung des Reinigungsgemisches. Die Spreu und das Kurzstroh werden weiter in Strömungsrichtung ausgetragen als das Korn, gelangen jedoch zum größten Teil auf das Obersieb. Mit steigendem Spreuanteil wird, da Körner und Spreu im gleichen Größenbereich liegen, das Reinigungsgemisch in bezug auf die Größe der einzelnen Komponenten vergleichmäßigt.

Da das Obersieb auf der Basis eines Größenvergleichs sortiert, wird die Spreu mit den Körnern abgeschieden. Der Reinheitsgrad wird deshalb mit steigendem Spreuanteil schlechter, die nur schwach ausgebildete Gutmatte auf dem Obersieb bedingt einen geringen Kornverlust.

- Die mit dem Erwartungswert der Strohlängenverteilung steigende Abmessung der Kurzstrohteile führt dazu, daß immer weniger Kurzstroh durch das Obersieb abgeschieden wird. Mit dem größer werdenden Reinheitsgrad erhöht sich die Schichtdicke auf dem Sieb. Die ebenfalls mit dem Erwartungswert steigende Schwebegeschwindigkeit der Halmstücke bewirkt eine zusätzliche Minderung der Auflockerung der Schicht durch die Luftströmung. Der

— daraus resultierende hohe Durchdringungswiderstand für die Körner führt zum Anwachsen des Kornverlustes.

— Mit kleiner werdendem Anteil des Kurzstrohs am Gesamtgemisch reduziert sich auch zwangsläufig dessen Einfluß auf den Reinigungsprozeß.

### 5. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Die Analyse eines an einem Dreschwerkversuchsstand abgeschiedenen Kurzstrohgemisches ergab, daß dessen Längenverteilung einer lognormalen Verteilung entspricht. Auf dieser Erkenntnis aufbauend wurden experimentelle Untersuchungen zum Einfluß des Verhältnisses von Spreu und Kurzstroh im Reinigungsgemisch und der Verteilungsparameter des Kurzstrohs auf die Bewertungsgrößen des Reinigungsprozesses vorgenommen.

Die Auswertung der Versuche brachte folgende grundsätzliche Ergebnisse:

— Steigender Spreuanteil führt zu einer Ver-

ringerung des Kornverlustes, wobei sich der Reinheitsgrad verringert.

— Ein Anwachsen des Erwartungswertes der Strohlängenverteilung bewirkt eine Erhöhung des Reinheitsgrades, erhöht jedoch den Kornverlust.

Die Forderungen an die Stoffparameter der Beimengungen, die sich aus den durchgeführten Experimenten ableiten, hängen von der Wertigkeit des Kornverlustes und des Reinheitsgrades ab.

Bei der gegenwärtigen Erntetechnologie mit einem zulässigen Dreschwerkskornverlust von 1,5% und einer geforderten Kornreinheit von 98% kann durch Änderung der untersuchten Stoffparameter nur eine Reduzierung des Kornverlustes an der Reinigungseinrichtung zuungunsten der Kornreinheit oberhalb des geforderten Wertes oder entgegengesetzt erfolgen.

Erhält eine Bewertungsgröße, eventuell bei einer geänderten Erntetechnologie, das Primat, können aus den Ergebnissen der Arbeit spezielle Anforderungen abgeleitet werden.

### Literatur

- [1] Heidler, K.; Regge, H.: Laborvergleiche von Ein- und Mehrtrommeldreschwerken für Mähdrescher. agrartechnik 28 (1978) H. 9, S. 397—399.
- [2] Spittel, A.: Einfluß der Schichtung des Reinigungsgemisches auf die Leistungsfähigkeit der Reinigungseinrichtung eines Mähdreschers. agrartechnik 28 (1978) H. 9, S. 399—401.
- [3] Persson, S.: Eigenschaften des Reinigungsgutes im Mähdrescher. Landtechnische Forschung 7 (1957) H. 2, S. 41—45.
- [4] Waschkus, O.: Experimentelle Untersuchungen zum Einfluß von Stoffparametern auf das Arbeitsergebnis der Mähdrescherreinigungseinrichtung. TU Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik, Ingenieurpraktikumsbeleg 1978.
- [5] Müller, P. H.; Neumann, P.; Storm, R.: Tafeln der mathematischen Statistik. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1973.
- [6] Haase, A.; Thümer, W.: Zur Auslegung und Auswertung von Versuchen mit mehrphasigen Prozeßabläufen. Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden 25 (1976) H. 5/6, S. 1235—1238.

A 2320

## Aus der Fachpresse der UdSSR



### Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo sel'skogo chozjajstva, Moskva (1978) Heft 11

Priščep, L. G.: Aufgaben der Industrialisierung der Landwirtschaft

Neljubov, A. I.; Lipov, Ju. I.: Sowjetische Landmaschinen auf der Sel'choztechnika 78

Jušin, A. A.: Perspektiven der Entwicklung mobiler Energetik

Korbut, L. A.: Systematisches Prinzip der Erprobung von Landmaschinen

Losev, V. I.; Grin'kov, S. G.; Dolgolevec, A. P.: Technologie der Lupinerernte

Kavolelis, B.; Morkunas, V.: Begründung der Parameter von Heizungssystemen mit Ventilatoren

Nazarov, G. I.: Berechnung des Arbeitsregimes eines Elektroantriebes

Gel'fenbejn, S. P.; Tichonov, N. I.: Automatische Steuerung der Bewegung von landwirtschaftlichen Aggregaten in Kurven

Sal'nikov, V. A.: Vorrichtung zur Führung von Aggregaten mit großer Arbeitsbreite

Gabaj, E. V.; Kuznecov, Ju. A.: Vielseitigkeit landwirtschaftlicher Traktoren

## ТРАКТОРЫ И СЕЛЬХОЗМАШИНЫ

### Traktory i sel'chozmašiny, Moskva (1978) Heft 11

Sinicyn, I. F.: Entwicklung der wissenschaftlichen Grundlagen zur Schaffung hochproduktiver Landmaschinen — die Hauptaufgabe des VISChOM

Neljubov, A. I.: VISChOM — wissenschaftlich-technisches Zentrum des inländischen Landmaschinenbaus

Kirjuchin, V. G.: Einige grundlegende Fragen der Vervollkommnung von Pflügen

Zvolinskij, V. N.: Resultate und Hauptrichtungen der Arbeiten mit Bodenfräsen

Kim, L. Ch.: Entwicklung der Konstruktion von Maschinen zum Schutz vor Bodenerosion

Kleckin, M. I.; Rusanov, A. I.: Stand und Entwicklungstendenzen bei Mähdreschern

Rovnyj, G. A.; Fišman, I. L.; Zverev, I. I.: Hauptentwicklungstendenzen der Getreidetrocknungstechnik in der Landwirtschaft

Lebedev, B. M.; Ljampert, G. P.; Paraev, A. G.: Stand und Entwicklungstendenzen der Beregnungstechnik für landwirtschaftliche Kulturen

Petrov, G. D.: Stand und Perspektiven bei der Erntetechnik für Hackfrüchte und Gemüse

Timoščenko, V. N.; Chomenko, Ju. V.; Krugljakov, A. M.: Entwicklung der Arbeiten auf dem Gebiet der Standardisierung und Unifizierung von Landmaschinen

Voronin, V. Ja.: Gegenwart und Zukunft der Automatisierung von Landmaschinen.

### Heft 12

Vasilevskij, V. N.: Die Hauptrichtungen der Erhöhung der ökonomischen Effektivität der Arbeiten, die sich von den Beschlüssen des Juliplenums des ZK der KPdSU ableiten

Sedov, G. M.; Jalovenko, F. I.; Vlasenko, V. M.: Zur Bewertung des Niveaus der Arbeitsbedingungen auf Traktoren, Mähdreschern und Landmaschinen

Krutov, V. I., u. a.: Zur Methodik der statistischen Berechnung direkt wirkender Regler

Volkov, Ju. I.: Grundlagen eines Systems der Automatisierung von Projektierungs- und Konstruktionsarbeiten zur Schaffung von Landmaschinen mit Hilfe einer EDVA

Trostjanskij, S. A.: Untersuchung der Parameter eines flachschneidenden Grubbers mit großer Arbeitsbreite

Gureev, I. I.: Optimierung der Parameter einer Zweitrommelfräse

Kan, M. I.; Pščenkov, K. A.; Machlin, L. E.: Begründung des prinzipiellen Aufbaus einer universellen Kartoffellegemaschine

Fateev, M. N.: Bestimmung der Hauptparameter von Ladegeräten

Timofeev, A. I., u. a.: Die Kartoffelerntemaschine KKKU-2A mit hydraulischem Antrieb der Arbeitsorgane

Bruter, I. M.; Četvertakov, A. V.: Entladevorrichtung für Container vom Typ OKP-6 zur Obstverarbeitungslinie LTO-3A

Isaev, E. V., u. a.: Erhöhung der Zuverlässigkeit der Befestigung des Schwungrades und der Antriebscheibe des Ventilators der Dieselmotoren VTZ

AK 2264