

Zu Fragen der Körnerverlustsenkung am Schneidwerk des Mähdreschers E 512

Dipl.-Ing. H.-G. Lehmann, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik

1. Problematik

Die Verminderung der Körnerverluste beim Mähdrusch besitzt große Bedeutung im Zusammenhang mit der Steigerung der Getreideerträge. Es gilt, den gewachsenen Ertrag verlustarm zu bergen. Die Dreschwerkskörnerverluste lassen sich durch Prüfschalen oder elektronische Verlustmeßgeräte relativ leicht bestimmen und kontrollieren /1/ /2/ /3/.

Beträchtliche Schwierigkeiten bereitet die Ermittlung der Schneidwerkskörnerverluste infolge der Vielzahl von Einflußgrößen, des großen Variationsbereichs und des hohen manuellen Aufwands.

Das führt zu fehlerhaften Einstellungen am Schneidwerk des Mähdreschers E 512 und damit zu höheren Schneidwerksverlusten, die beispielsweise in der Getreideart Winterroggen 2 bis 5 Prozent betragen können.

Genaue Kenntnisse über den Einfluß der Bestandsverhältnisse und der Einstellparameter des Schneidwerks auf die Schneidwerksverluste sollten die Begrenzung der Schneidwerksverluste auf Werte unter 1 Prozent ermöglichen.

2. Durchführung von Bestandsuntersuchungen

Die Schneidwerksverluste werden außer von den Einstellparametern durch die charakteristischen Merkmale des Getreidebestands beeinflusst. Dazu gehören:

- Getreideart und -sorte
- Korn- und Strohertrag
- Wassergehalt von Korn und Stroh
- Halmlänge, Ährenansatz- und Ährenspitzenhöhe
- Bestandsdichte, Unterwuchs und Reifegrad
- Lageranteil

Diese Vielzahl von Einflußgrößen führt zu einem großen Variationsbereich der Schneidwerksverluste. Die Durchführung experimenteller Untersuchungen erfordert deshalb eine genaue Kennzeichnung des Getreidebestands zur Sicherung reproduzierbarer Meßergebnisse.

Neben der Getreideart bestimmen vor allem die Ährenansatz- bzw. Ährenspitzenhöhen und der Lageranteil die Höhe der Schneidwerksverluste.

Infolge Normalverteilung erfolgt für Halmlänge, Ährenansatz- und Ährenspitzenhöhe mit der Angabe von Mittelwert und Variationskoeffizient eine ausreichende Charakterisierung /4/.

Die Ährenansatzhöhen und deren Variationskoeffizienten (Tafel 1) für die Getreidearten Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen sind Ergebnisse aus dreijährigen Messungen. Für eine Irrtumswahrscheinlichkeit und einen Fehler des Mittelwerts von jeweils 5 Prozent reicht im allgemeinen eine Stichprobenanzahl von 100 bei zufälliger Auswahl zur Ermittlung der Normalverteilungen aus.

Ausgehend von Bestandsuntersuchungen in den Getreidearten Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen zeigt Bild 1 typische Bestandscharakteristiken. Der obere Halm stellt dazu den Mittelwert von Halmlänge, Ährenansatz- und Ährenspitzenhöhe dar. Der untere Halm (gestrichelt) stellt die berechnete Höhe dar, die von 1 Prozent aller Ähren erreicht oder unterschritten wird.

Diese Grenzhöhen x_x werden mit der Beziehung

$$x_x = m - k \cdot d \quad (1)$$

berechnet /4/. Dabei sind m der Schätzwert des Mittelwerts, k der Toleranzkoeffizient und d der Schätzwert der Streuung.

Für die festgelegten 1 Prozent Ähren mit gleichen oder niedrigeren Höhen beträgt der Toleranzkoeffizient $k = 3,124 /5/$. Eine große Differenz zwischen unterem Halm und Mittelwert im Bild 1, wie beispielsweise für Wintergerste und Winterroggen, deutet auf eine starke Streuung der Ährenansatzhöhen hin (Tafel 1).

Wintergerstenbestände charakterisiert ein hoher Knick-ährenanteil. Durch starke Regenfälle trat während der Untersuchungen zwischen dem 20. und dem 22. Juli 1973 ein starkes Zusammenknicken des Bestands ein.

Winterweizen besitzt eine sehr ausgeglichene Ährenansatzhöhe.

Unterschiedliche Ährenansatzhöhen und deren Variationskoeffizienten sowie differenzierte Lageranteile für Wintergerste und Winterroggen erfordern ein ständiges Anpassen der Schneidwerkeinstellung. Das führt zu einer Überforderung des Mähdrescherfahrers, weshalb Einstellkorrekturen meist unterlassen und höhere Verluste in Kauf genommen werden.

3. Definitionen

Am Schneidwerk des Mähdreschers führt die Haspel dem Messerbalken die Getreidehalme zu, das Messer schneidet diese an der Gegenschneide, die Haspel legt die Halme ab. die Querrörderschnecke zieht sie ein und transportiert sie zum Schrägförderschacht. Diese Arbeitselemente verursachen zusammen mit den Halnteilern durch Schlageinwirkung und unzureichendes Aufnehmen der Halme Körnerverluste in Form von einzelnen Körnern, Ährenstücken und vollständigen Ähren.

Nach ihrer Erscheinungsform werden die Schneidwerksverluste in

- Schnittährenverluste
- Aufnahmeverluste
- Spritzkörnerverluste eingeteilt.

Tafel 1. Ährenansatzhöhen und deren Variationskoeffizienten für die Getreidearten Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen

		W-Gerste	W-Roggen	W-Weizen
Ährenansatzhöhe	cm	50 ... 60	90 ... 120	90 ... 100
Variationskoeffizient	%	20	15	8

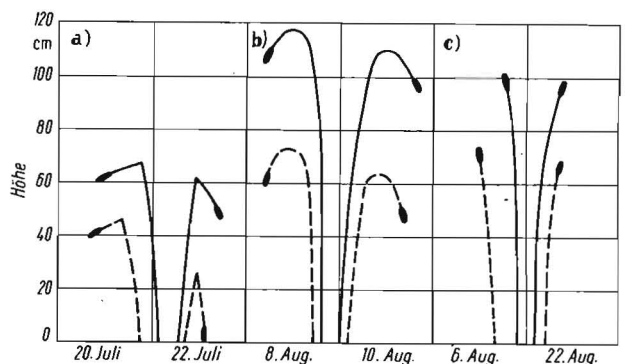


Bild 1. Typische Bestandscharakteristiken für die Getreidearten Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen:
a) Wintergerste „Vogelsanger Gold“ 1973
b) Winterroggen „Danae“ 1973
c) Winterweizen „Kawkas“ 1974

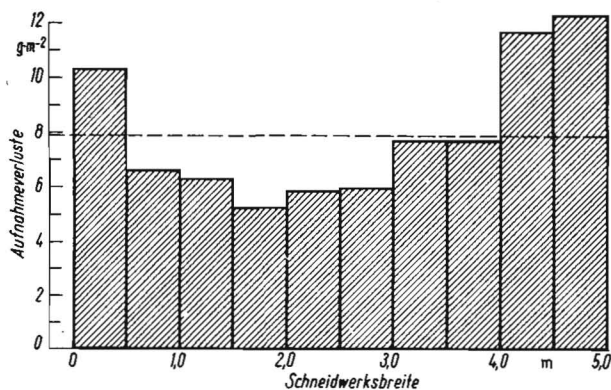


Bild 2. Verteilung der Aufnahmeverluste senkrecht zur Arbeitsrichtung des Mähreschers (Winterroggen, $v_A = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $v_H = 2,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $\lambda = 1,47$)

Tafel 2. Mittelwert M, Gesamtspanne R und Variationskoeffizient v für die Quer- und Längsverteilung der Aufnahmeverluste V_{MA} (Winterroggen, Arbeitsgeschwindigkeit $v_A = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, Schnitthöhe 20 cm)

V_{MA}	$g \cdot m^{-2}$		Verteilung	
			Quer-	Längs-
		M	8,00	8,00
		max.	12,30	10,50
		min.	5,20	5,90
		R	7,10	4,60
R	%		89,8	58,2
v	%		—	16

Tafel 3. Mittelwert M, Gesamtspanne R und Variationskoeffizient v für die Quer- und Längsverteilung der Spritzkörnerverluste V_{MK} (Winterroggen, Arbeitsgeschwindigkeit $v_A = 1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, Schnitthöhe 20 cm)

V_{MK}	$g \cdot m^{-2}$		Verteilung	
			Quer-	Längs-
		M	1,34	1,34
		max.	2,33	1,53
		min.	0,57	1,16
		R	1,76	0,37
R	%		131,3	27,5
v	%		—	10

Tafel 4. Durchschnittliche Schneidwerksverluste für die Getreidearten Wintergerste, Winterroggen und Winterweizen (Versuchsjahre 1972—1974)

	Schnittähren-	Aufnahme-	Spritzkörner-
	verluste	verluste	verluste
	%	%	%
Wintergerste	0,05 ... 0,20	0,41 ... 0,93	0,45 ... 0,98
Winterroggen	0 ... 0,02	0,32 ... 0,61	0,27 ... 0,82
Winterweizen	0	0,02 ... 0,27	0,01 ... 0,25

Zu den Schnittährenverlusten zählt man vom Schneidwerk nicht oder nur teilweise abgetrennte Ähren, die fest mit dem Halm verbunden sind. Aufnahmeverluste sind mit dem Schneidwerk getrennte, durch Haspel und Halmteiler abgerissene und vom Mährescher nicht aufgenommene Ähren bzw. Ährenanteile. Zu den Spritzkörnerverlusten zählen durch Schlageinwirkung ausgefallene Körner am Erdboden.

Konstruktive und Einstellparameter des Schneidwerks sind:

- Arbeitsgeschwindigkeit
- Schnitthöhe
- Haspelumfangsgeschwindigkeit
- vertikale und horizontale Haspeleinstellung

Neben den Schneidwerksverlusten sollte vor allem die Stoppelhöhe zur Kennzeichnung der Arbeitsqualität von Schneidwerken Verwendung finden. Die Stoppelhöhen weisen meist eine Normalverteilung auf /6/.

4. Methoden der Bestimmung von Schneidwerksverlusten

Die experimentelle Bestimmung von Schnittähren- und Aufnahmeverlusten erfolgt durch manuelles Aufsammeln der Ähren.

Die Schnittährenverluste unterliegen vor allem dem Einfluß der Stoppelhöhe und der Bestandsverhältnisse. Dabei soll auf die Möglichkeit der Berechnung theoretischer Schnittährenverluste verwiesen werden /4/.

Bild 2 stellt die Verteilung der Aufnahmeverluste senkrecht zur Arbeitsrichtung für Winterroggen dar. Die Aufnahmeverluste treten bei Winterroggen vor allem an den Schneidwerksseiten durch ungenügendes Einziehen der langen Halme mit Hilfe von Querförderschnecke und Haspel auf. Die Verteilung der Aufnahmeverluste verdeutlicht die Notwendigkeit, bei experimentellen Untersuchungen die vollständige Querverteilung der Aufnahmeverluste zu ermitteln. Tafel 2 zeigt Kennwerte zur Quer- und Längsverteilung der Aufnahmeverluste für Winterroggen.

Im Gegensatz zur Querverteilung ist die Längsverteilung im wesentlichen normalverteilt, da sie hauptsächlich durch die natürlichen Bestandsunterschiede im Getreide hervorgerufen wird. Tafel 2 verdeutlicht die erheblich geringere Gesamtspanne der Längsverteilung. Ausgehend davon kann die Festlegung notwendiger Wiederholungen von Versuchen bei experimentellen Untersuchungen erfolgen.

Beim Komplexeinsatz der Mährescher E 512 genügt eine ausschließliche Bestimmung der Aufnahmeverluste, da sie den größten Anteil an den Schneidwerksverlusten besitzen. Die Verluste sind mit dem Quadratmeterrahmen auf fünf Quadratmetern senkrecht zur Arbeitsrichtung aufzusammeln.

Zur Bestimmung der Spritzkörnerverluste bietet sich im Getreide mit Reihenabständen von 14 cm das Einschleiben von 10 cm breiten und 100 cm langen Schalen an /7/.

Die Querverteilung der Spritzkörnerverluste zeigt ausgeprägte Maxima im Bereich der Einzugstrommel und des Schrägförderschachtes infolge intensiver Schlagwirkung auf die zusammengeführten Getreideströme und in den Bereichen der Halmteiler infolge starker Einwirkung beim Teilen der verhakten Bestände (Tafel 3).

5. Schneidwerksverluste

5.1. Schnittährenverluste

Schnittährenverluste sind bei Einhaltung niedriger Schnitthöhen vernachlässigbar gering.

Experimentelle Untersuchungen in den Getreidearten Winterroggen und Winterweizen ergaben für Stoppelhöhen von 10 bis 20 cm kaum nachweisbare Schnittährenverluste von weniger als 0,01 Prozent. In Wintergerste traten bei Stoppelhöhen um 10 cm etwa 0,1 Prozent Schnittährenverluste auf. Dagegen betragen die Schnittährenverluste in Wintergerste bei Stoppelhöhen um 20 cm 0,30 bis 2,60 Prozent. Daraus leitet sich die Forderung nach geringer Schnitthöhe besonders in der Getreideart Wintergerste ab. Zukünftige Mährescher sollten deshalb eine Bodenführung des Schneidwerks aufweisen, die ein exaktes Einhalten der Schnitthöhe gewährleistet /1/.

5.2. Aufnahmeverluste

Die Aufnahmeverluste betragen durchschnittlich 40 bis 70 Prozent der gesamten Schneidwerksverluste. Sie verdienen auch deshalb die größte Aufmerksamkeit, da sie am leichtesten durch eine exakte Schneidwerkseinstellung zu beeinflussen sind.

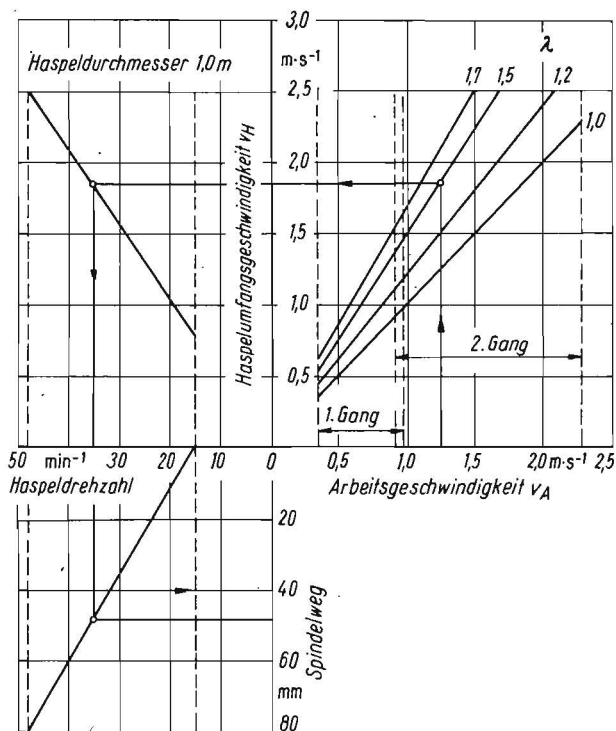


Bild 3. Nomogramm zur Einstellung der Haspeldrehzahl des Mähdreschers

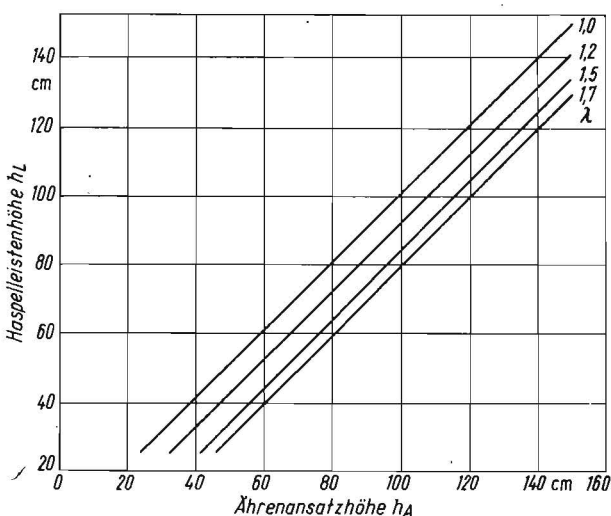


Bild 4. Abhängigkeit der Haspelleistenhöhe von Ährenansatzhöhe und λ -Wert

Tafel 4 gibt durchschnittliche Aufnahmeverluste aus den experimentellen Untersuchungen an. Diese Verlustwerte entsprechen etwa den im Prüfbericht des Mähdreschers E 512 dargestellten /8/. Sie sollten als Orientierungswerte für die Beurteilung der Schneidwerksverluste beim Komplexeinsatz dienen.

Zum Erreichen niedriger Aufnahmeverluste trägt besonders die Einstellung der Haspelumfangsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit bei.

Das Verhältnis von Haspelumfangs- zu Arbeitsgeschwindigkeit soll $\lambda = 1,5$ bis $1,7$ betragen /9/. Für aufrecht stehende Weizenbestände wird $\lambda = 1,2$ empfohlen.

Das Abmessen des Spindelweges an der Kurbel zur Drehzahlverstellung ermöglicht eine Einstellung der Haspeldrehzahl (Bild-3).

Bei Untersuchungen zum Komplexeinsatz des E 512 im Winterroggen wurde festgestellt, daß vor allem beim Übergang von Lagergetreide in aufrecht stehende Bestände durch eine zu geringe Haspeldrehzahl Verluste am Schneidwerk von 2 bis 5 Prozent entstehen. Die richtige Wahl der Haspelhöhe stellt eine weitere Voraussetzung zur Senkung der Schneidwerksverluste dar. Für die Bedingung des Eintauchens der Haspelleisten in den Bestand bei der Horizontalgeschwindigkeit $v_x = 0$ ergibt sich die Höhe der Haspelleisten über der Bodenoberfläche in der niedrigsten Stellung/9/:

$$h_L = h_A - \frac{R}{\lambda} (\lambda - 1) \quad (2)$$

Dabei sind h_A die Ährenansatzhöhe und R der Haspelradius. Bild 4 stellt für den Mähdrescher E 512 die Abhängigkeit der Haspelleistenhöhe von der Ährenansatzhöhe der Getreidebestände für verschiedene λ -Werte dar. Beispielsweise ergibt sich für Winterweizen mit der Ährenansatzhöhe $h_A = 90$ cm und $\lambda = 1,5$ eine notwendige Haspelleistenhöhe $h_L \approx 73$ cm.

Die horizontale Haspelverstellung richtet sich nach den Bestandsverhältnissen. Im Lagergetreide führt eine weite Vorverlagerung zu einem besseren Aufnehmen der Halme. Im aufrecht stehenden Getreide sollte die Haspelachse sich etwa 30 cm vor dem Messerbalken befinden. Das führt zu einem günstigen Einwirkungsgrad der Haspel bei gleichzeitiger Unterstützung des Einziehens der Halme durch die Querröhrschnecke. Bei Lageranteilen sollte eine Kompromißlösung gewählt werden, da eine ständige horizontale Haspelverstellung den Mähdrescherfahrer zu stark belasten würde.

Eine zusätzliche Verminderung der Aufnahmeverluste um 15 bis 20 Prozent für Winterroggen und 40 bis 50 Prozent für Wintergerste folgt aus der Anwendung von Ährenhebern und Haspelblechen. Ährenheber helfen gleichzeitig, lagerndes Getreide verlustarm zu bergen. Haspelbleche behindern allerdings im Lagergetreide das Eingreifen der Haspelzinken in den Bestand. Daraus ergibt sich, daß Haspelbleche nur in aufrecht stehenden Beständen anzuwenden sind.

5.3. Spritzkörnerverluste

Die Spritzkörnerverluste werden wesentlich von der Getreideart, -sorte und vom Reifegrad bestimmt (Tafel 4).

Die Haspelumfangsgeschwindigkeit spielt dabei eine geringere Rolle, wenn sie innerhalb der angegebenen λ -Werte in Abhängigkeit von der Arbeitsgeschwindigkeit eingestellt wird. Die maximale resultierende Haspelgeschwindigkeit, die sich aus Arbeitsgeschwindigkeit und Haspelumfangsgeschwindigkeit ergibt, beträgt bei einem $\lambda = 1,5$ lediglich 70 bis 75 Prozent der Haspelumfangsgeschwindigkeit zum Zeitpunkt des Eintauchens in den Bestand und nimmt dann weiter ab.

6. Zusammenfassung

Experimentelle Untersuchungen der Schneidwerksverluste bedingen eine Charakterisierung des Getreidebestands. Ährenansatz-, Ährenspitzenhöhe, deren Variationskoeffizienten und der Lageranteil beeinflussen die Höhe der Schneidwerksverluste wesentlich.

Die Schneidwerksverluste besitzen eine charakteristische Verteilung senkrecht zur Arbeitsrichtung mit Maxima im Bereich der Halmteiler und der Einzugstrommel. Das erfordert eine genaue Bestimmung der Schneidwerksverluste über der gesamten Schneidwerksbreite.

Die Aufnahmeverluste stellen den größten Anteil der Schneidwerksverluste und sind am leichtesten durch die Schneidwerkeinstellung zu beeinflussen. Während des Komplexeinsatzes der Mähdrescher sollte deshalb anhand der Kontrolle der Aufnahmeverluste die Schneidwerkeinstellung vorgenommen werden.

(Fortsetzung auf Seite 355)

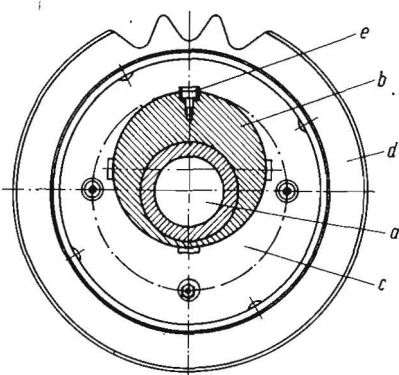
Wirtschaftspatent Nr. 108 885, Patentklasse A 01d 17/10
angemeldet: 7. Januar 1974

„Schütteleinrichtung für umlaufende Siebeinrichtungen an Hackfruchterntemaschinen“

Erfinder: Dipl.-Ing. K. Kröplin u. a.

Zur Erhöhung der Arbeitsleistung von Siebketten sind rotierende Schüttelesterne bekannt, die die Siebkette in einer feststehenden, bestimmten Frequenz und Amplitude in Schwingungen versetzen.

Dies ist nachteilig, weil weder die Frequenz noch die Amplitude geändert werden kann, um eine Anpassung der Siebleistung an die unterschiedlichen Ernteverhältnisse zu ermöglichen, es sei denn, man betreibt einen hohen Aufwand an Montage und Konstruktion.



Eine Lösung zur stufenweisen oder kontinuierlichen Veränderung der Schwingungen von Schüttelesternen wird durch die Erfindung (Bild 1) vorgeschlagen.

Auf der Antriebswelle a ist ein Innenexzenter b fest angebracht, der in einem Außenexzenter c lagert. Der Innenex-

zenter b und der Außenexzenter c bilden zusammen die Radlagerung für den Kettenradkranz d, der mit Kugellager oder Gleitlager frei drehbar auf dem äußeren Umfang des Außenexzenter c gelagert ist. Der Außenexzenter und der Innenexzenter lassen sich gegeneinander verdrehen und feststellen. Das kann, wie im Bild 1 dargestellt, mit einer Paßfeder e geschehen, die in 4 Nuten beliebig festgelegt werden kann, oder durch geeignete Mittel zur kontinuierlichen Verdrehung der beiden Exzenter. Mit dieser Vorrichtung gelingt es, die Mitte der Antriebswelle a bezogen auf den Kettenradkranz d exzentrisch zu verstellen, was sich in der beliebigen Änderung der Amplitude des Schüttelesterns auswirkt. Durch Variieren der Antriebsdrehzahl läßt sich die Schwingungszahl ändern.

UdSSR-Urheberschein 298 283, Pat.-Kl. A 01d 17/00
angemeldet: 7. November 1970

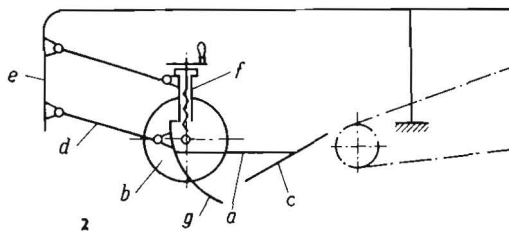
„Mehrreihige Kartoffelerntemaschine“

Erfinder: K. S. Kosjura u. a.

Zur Verbesserung der Rodearbeit bei mehrreihigen Kartoffelerntemaschinen schlagen die Erfinder vor, für jeweils zwei Reihen die Tastrollen und Schare zu einer geschlossenen Rodeeinheit zusammenzufassen und diese unabhängig von den nachfolgenden Siebelementen pendelnd im Maschinenraum aufzuhängen (Bild 2).

Eine Rodeeinheit a ist zur Aufnahme von zwei Kartoffeldämmen ausgelegt und besteht aus 2 Tastrollen b, die mit den Scharen c fest verbunden sind. Die Rodeeinheit a ist mit einem Dreipunktlenkensystem d am Maschinengerüst e höhenbeweglich aufgehängt. Gleichzeitig gestatten die Lenker d eine horizontale Bewegung, so daß die Rodeeinheiten frei nachgeschleppt (gezogen) werden.

Mit Hilfe einer Spindel f läßt sich der Tiefgang der Schare c regeln. Zu beiden Seiten der Rodeeinheiten a sind Messer g angeordnet, die den Boden senkrecht trennen und den Aushub des Erdbalkens begünstigen.



Wirtschaftspatent Nr. 98 012, Patentklasse A 01d 33/08
angemeldet: 14. August 1972

„Rückhalteeinrichtung für Hackfruchterntemaschinen“

Erfinder: Dipl.-Ing. K. Häckel u. a.

Moderne Hackfruchterntemaschinen sind mit einer Reihe hintereinander angeordneter Einrichtungen versehen, die die Hackfrüchte aus dem Boden heben, reinigen, fördern und auf Transportfahrzeuge laden. An den Übergangsstellen zwischen den einzelnen Aggregaten, z. B. von den Roderädern an Rübenerntemaschinen auf die nachfolgende Förder- und Reinigungseinrichtung, entstehen Spalten, die mit geeigneten

(Fortsetzung von Seite 354)

Literatur

- 1/ Schaller, R.: Neuartige Kontroll- und Regeleinrichtungen für Mäh-drescher. agrartechnik 23 (1973) H. 6, S. 249—252.
- 2/ Feiffer, P.: Leistungssteigerung, Verlustsenkung und Qualitätserhaltung im Mähdrusch. Wiss.-Technisches Zentrum für Landtechnik Schlieben 1971.
- 3/ Herrmann, K.: Schnellbestimmungsmethode zur Messung der Dreschwerksverluste beim Mähdrusch E 512. agrartechnik 23 (1973) H. 6, S. 248—249.
- 4/ Große, W.: Zur Optimierung der Schnitthöhe bei Getreide. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 3, S. 128—130.
- 5/ Liebermann, G. J.: Tabellen für einseitige statistische Toleranzgrenzen. Industrial Quality Control 14 (1958) H. 10, S. 7—9.
- 6/ Spakov, N. I.: Einfluß der Höhe des Getreidebestandes und des Feldmikroreliefs auf die Güte der Mahd. Mechaniz. i elektr. soc. selsk. choz. 30 (1972) H. 7, S. 14—16.
- 7/ Arlitt, A.; Dittmann, W.: Untersuchungen über die Schneidwerksverluste beim Mähdrusch von Raps. Dt. Agrartechnik 17 (1967) H. 6, S. 251—253.
- 8/ Rüniger, H.: Prüfbericht Nr. 500 „Mähdrusch E 512“. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim 1967.
- 9/ Letošnev, M. N.: Landwirtschaftliche Maschinen — Theorie, Berechnung, Konstruktion und Untersuchung. Moskau 1955, S. 322 bis 353. A 9909