

## 5. Zusammenfassung

Die Untersuchungen zur Struktur des technologischen Prozesses der Agrarproduktion gehen davon aus, daß industriemäßige Agrarproduktion und stoffwandelnde Industrie artverwandt sind. Daraus wird abgeleitet, daß die Gliederung der Industrieproduktion vom Standpunkt der betrieblichen Arbeitsteilung vollinhaltlich auch für die industriemäßige Agrarproduktion zutrifft und mit Erkenntnisgewinn auf diese angewendet werden kann. Die Gliederung nach Haupt- und Hilfsprozeß ist besonders für die Synthese von Verfahren (Projektierung) vorteilhaft. Dabei lassen sich sowohl im Hauptprozeß als auch in den Hilfsprozessen die Produktionsphasen nach Marx deutlich abheben. Die abgeleiteten Thesen behaupten außerdem, daß eine aufschlußreichere Verfahrensanalyse bei Gliederung nach Haupt- und Hilfsprozeß

möglich ist und die Tendenz zur Verselbständigung der Bestandteile des Hilfsprozesses mit zunehmender Anlagengröße besteht.

## Literatur

- 1/ Evseev, M. K.; Avtinov, J. V.; Zemljanoj, I. N.; Zaika, R. M.; Vodolazuenko, Ju. T.: *Mechanizacija i elektrifikacija životnovodstvo*. Moskau: Verlag Kolos 1972, S. 428—429.
- 2/ Arnold, H.; Borchert, H.; Lange, A.; Schmidt, J.: *Der Produktionsprozeß im Industriebetrieb*. Berlin: Die Wirtschaft, 3. Aufl. 1971, S. 30—32, S. 185—243.
- 3/ Mittag, U.; Eckhof, W.: *Analyse der Methodik der technologischen Projektierung zur Vorbereitung von Tierproduktionsanlagen mit industriemäßigem Charakter*. *Wiss. Zeitschrift Universität Rostock* 22 (1973) Math. Nat. Reihe Heft 1, S. 75—83.
- 4/ Schleitzer, G.: *Betriebswirtschaftliche Projekte für die Schlachtschweineproduktion*. *Tierzucht* 28 (1974) H. 1, S. 18—20. A 9797

# Einsatzerfahrungen mit der Lenkautomatik am selbstfahrenden Rodelader KS-6

Doz. Dr.-Ing. P. Jakob, KDT / Dipl.-Ing. E. Petzold, KDT, VEB Weimar-Kombinat

Im Heft 11/1972 wurden bereits der Aufbau und die Wirkungsweise der Lenkautomatik (LA) für den selbstfahrenden Rodelader KS-6 beschrieben. Im nachfolgenden Beitrag wird über Erfahrungen beim Einsatz der LA berichtet.

## 1. Forderungen an die Lenkautomatik

Die LA ist Bestandteil des freihigen selbstfahrenden Rübenrodeladers KS-6 und muß den Agrotechnischen Forderungen an diese Maschine entsprechen. Die wichtigsten Agrotechnischen Forderungen sind:

Anzahl der Rübenreihen	6
Reihenabstand	45 cm
Rübenabstand in der Reihe	10...300 cm
durchschnittlich	20 cm
Abweichungen der Rüben von der Reihe	± 3 cm
Häufigkeit der Abweichungen	2...10 St./10 m
Rübedurchmesser	5...20 cm
durchschnittlich	10 cm
Rübenköpffhöhe über der Feldoberfläche	0...16 cm
durchschnittlich	3 cm
zulässige Masseverluste stehengebliebene Rüben	≤ 3 Prozent
Beschädigungen	≤ 1 Prozent
erforderliche Nachführgenauigkeit	≤ 3 Prozent
	± 4 cm

## Verwendete Formelzeichen

A	Abweichung der Maschine von der Leitlinie am Testpunkt in cm
B	Abweichung der Arbeitswerkzeuge von der Leitlinie in cm
$K_R$	Übertragungsfaktor in %/cm
$S_A$	Standardabweichung von A in cm
$S_B$	Standardabweichung von B in cm
$T_L$	Nachlaufzeit der Regleinrichtung in s
$T_n$	Schaltzeit der Elektromagneten in s
$T_t$	Totzeit der Regleinrichtung in s
$T_\alpha$	Zeit zur Ermittlung von $\dot{\alpha}$ in s
v	Fahrgeschwindigkeit in km/h
$x_1$	Klassemittel der Meßwerte in cm
$\bar{x}$	arithmetisches Mittel der Meßwerte in cm
z	definierte Störgröße = 10°
$\alpha$	Lenkwinkel des Rades in Grad
$\dot{\alpha}$	Stellgeschwindigkeit des gelenkten Rades in °/s

max. Arbeitsgeschwindigkeit	10 km/h
min. Kampagneleistung	200 ha
Einsatztage je Jahr	20...40
Nutzungsdauer	7 Jahre
Temperaturbereich	-5 °C...+20 °C
rel. Luftfeuchte	bis 100 Prozent
Betriebsspannung	12 V =

## 2. Lösung der Aufgabe

Zur Lösung der Aufgabe wurde der Verfahrensweg der systematischen Untersuchung [1] gewählt. Als Ausgangsbasis konnte bereits auf Erfahrungen mit der LA an anderen Landmaschinen zurückgegriffen werden.

### 2.1. Messungen am Fahrsimulator

Der Aufbau des Fahrsimulators geht aus Bild 1 hervor. An diesem Simulator konnten die den Regelvorgang beeinflussenden Parameter beliebig eingestellt werden. Nachfolgend sind die wesentlichsten aufgeführt:

- Achsabstand der Maschine
- Abstand des Tastpunktes von der Triebachse
- Abstand der Arbeitswerkzeuge von der Triebachse
- Übertragungsfaktor  $K_R$
- Fahrgeschwindigkeit v
- Stellgeschwindigkeit  $\dot{\alpha}$  des gelenkten Rades

Der Übertragungsfaktor  $K_R = \alpha/a$  beeinflusst wesentlich die Stabilität des Regelkreises.

Ziel der Untersuchungen am Fahrsimulator ist es, das statische Verhalten des Regelkreises sowie den Einfluß o. g. Parameter zu ermitteln. Der Verlauf der Parameter wurde mit dem 12-Kanal-Lichtschreiber registriert. Nach Auswertung der Meßschriebe erfolgten die Dimensionierung des LA-Reglers und die Festlegung der Einstellparameter des Regelkreises.

### 2.2. Messungen an der Testleitlinie

Diese Messungen erfolgten mit der Maschine selbst, jedoch ohne Einsatz der Arbeitswerkzeuge. Die Messungen hatten den Zweck, das dynamische Verhalten des Regelkreises und die möglichen Nachführgenauigkeiten zu ermitteln. Zur Erzielung reproduzierbarer Meßergebnisse erfolgten sie an

Bild 1. Fahrsimulator: a Geber für Messungen, b Meßwertgeber für LA, c Taster, d Skala, e Rahmen, f Fahrzeuglenkachse (ZT 300), g Lenkgetriebe, h Lenkrad, i Rückführungsgeber für LA, k Geber für Messungen, l Lenkautomatik, m gelenktes Rad, n Hydraulikantrieb für m, o Rollenrost, p Meßbrad für Fahrgeschwindigkeit, q Drehpunkt des Fahrsimulators  $\hat{=}$  Triebachsmittle, r Stützrad

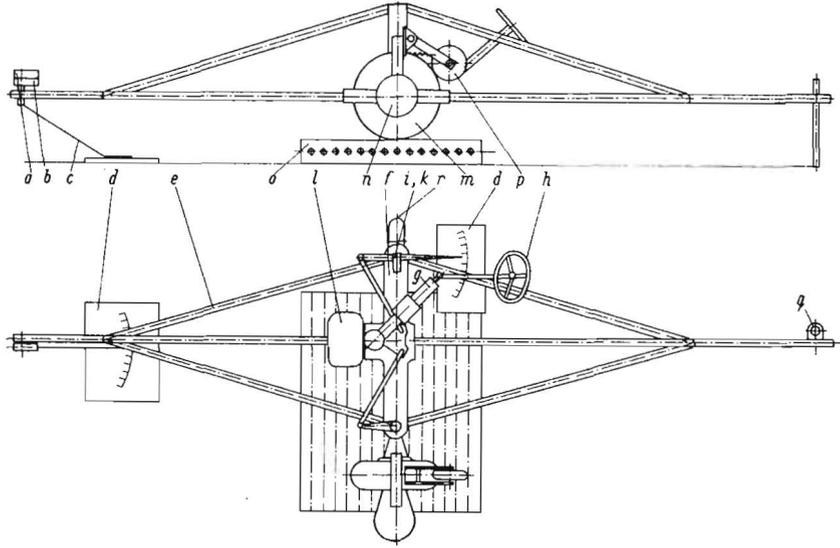
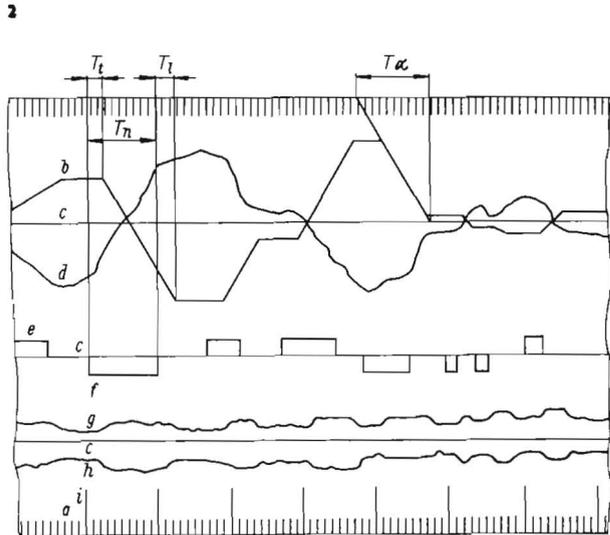
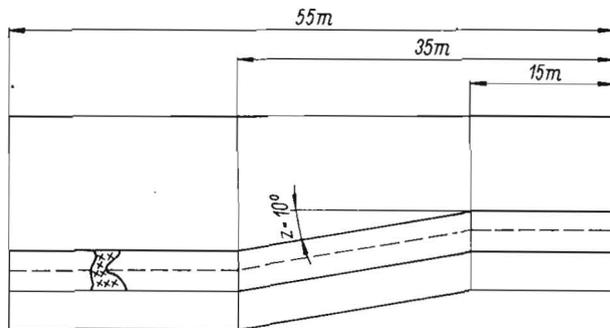


Bild 2. Testleitlinie: a Bezugsgerade mit Wegerteilung, b Testleitlinie, c Reißspur, d Profil der Testleitlinie, z definierte Störgröße

Bild 3. Meßschrieb: a Zeitmarke 0,1 s, b Lenkeinschlag d, c Nulllinie, d Abweichung x, e Signal des Elektromagneten 1, f Signal des Elektromagneten 2, g Druckverlauf der gesteuerten Hydraulikleitung 1, h Druckverlauf der gesteuerten Hydraulikleitung 2, i Wegmarke



einer Testleitlinie (Bild 2). An den beiden Knicken ließ sich das Einschwingverhalten und damit die Stabilität des Regelkreises untersuchen. Zunächst wurde mit den am Fahrsimulator ermittelten Einstellparametern begonnen, und diese wurden dann nach einem vorgegebenen Programm variiert.

Mit einem 12-Kanal-Lichtschreiber erfolgte die Messung der aus Bild 3 hervorgehenden Kennwerte. Gleichzeitig wurde an den Arbeitswerkzeugen mit einem Spurreißer der Fahrweg der Maschine markiert (s. Bild 2), dieser in Abständen von 1 m zur Bezugsgeraden a sowie zur Testleitlinie h ausgemessen und daraus die Abweichungen B vom Sollwert berechnet.

Sowohl aus den Abweichungen A der Meßschriebe als auch aus den errechneten Abweichungen B sind die Standardabweichungen (durchschnittliche Abweichungen)

$$S_A = \pm \sqrt{\frac{\sum [h_i (x_i - \bar{x})^2]}{\sum h_i}}$$

und

$$S_B = \pm \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum B^2}$$

als Maß der Nachführgenauigkeit ermittelt worden [2] [3] [4]. Es hat sich gezeigt, daß  $S_A > S_B$  und daß sich  $S_B$  mit steigender Fahrgeschwindigkeit  $S_A$  immer mehr nähert. Dieser Vergleich ist wichtig für die Auswertung der späteren Messungen im Feldeinsatz, wo mangels geeigneter Verfahren nur noch  $S_A$  ermittelt wird.

Die Absolutwerte von  $S_A$  und  $S_B$  sind wegen der für die Stabilitätsuntersuchungen notwendigen Knicke von  $z = 10^\circ$  sowie der fehlenden Dämpfung durch die Arbeitswerkzeuge relativ groß. Auf die Optimierung des Regelkreises, unter Berücksichtigung der Ergebnisse von der Auswertung der restlichen Kennwerte, hat das jedoch keinen Einfluß.

### 2.3. Messungen im Feldeinsatz

Zur Überprüfung und Bestätigung der am Fahrsimulator und an der Testleitlinie gewonnenen Ergebnisse wurden im Feldeinsatz unter realen Bedingungen nochmals Messungen mit dem 12-Kanal-Lichtschreiber (analog denen an der Testleitlinie) durchgeführt. Zusätzlich ließ sich hierbei die Funktionstüchtigkeit der Taster feststellen. Mit steigender Fahrgeschwindigkeit ergaben sich durchschnittliche Abweichungen von  $S_A = \pm 1,4 \dots 3,0$  cm und dementsprechend maximale Abweichungen von  $A_{max} = 4,10$  cm und  $9,16$  cm. Im Vergleich dazu wurden mit Handlenkung  $S_A = \pm 4,07$  cm und  $A_{max} = 12,60$  cm gemessen. Die Nachführgenauigkeiten der LA liegen damit deutlich innerhalb der geforderten Grenzen von  $\pm 4$  cm, obwohl sie an den Tastern und nicht an den Arbeitswerkzeugen ermittelt wurden. Ebenso führen die Maximalabweichungen wegen ihrer sehr geringen Häufigkeit ( $\leq 0,3$  Prozent) nicht zum Ansteigen der Verluste über das zulässige Maß.

### 3. Felderprobung

In mehrjährigen Erprobungen wurde die Betriebssicherheit der LA systematisch erhöht. So konnte mit einem KS-6 die Spitzenleistung von über 250 ha erreicht werden. Die LA arbeitete dabei mit hoher Zuverlässigkeit [5] [6].

Während dieser Erprobung hat sich gezeigt, daß sich der Fahrer ganz der Überwachung des KS-6 widmen kann. Besonders wichtig ist die Beobachtung der Übergabe der Rüben auf die Transportfahrzeuge. Bei nassen Bodenverhältnissen bestimmen die Transportfahrzeuge wegen des hohen Radschlupfes das Arbeitstempo des KS-6. Zur Vermeidung hoher Übergabeverluste muß deshalb die Fahrgeschwindigkeit des KS-6 ständig korrigiert werden. Ohne LA ist der Schichteinsatz nachts nicht oder nur unter starker Qualitäts- einbuße des Rodevorgangs möglich gewesen.

#### 4. Probleme der Instandhaltung

Den Problemen der Instandhaltung wurde bei der Entwicklung der LA große Aufmerksamkeit gewidmet. Alle Baugruppen sind so aufgebaut, daß sie auf dem Feld ausgetauscht werden können. Die elektrischen Verbindungen sind Klemmverbindungen und durch farbliche Kennzeichnung unverwechselbar.

Den landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen ist durch den Schutzgrad IP 55 (strahlwassergeschützt) Rechnung getragen.

Durch eine Fehlersuchsystematik ist der KS-6-Fahrer oder der Monteur vom landtechnischen Instandsetzungsdienst in der Lage, anhand charakteristischer Merkmale die defekte Baugruppe in kürzester Zeit zu finden. Dazu werden keine Meßinstrumente benötigt. Die defekte Baugruppe wird nur gegen eine andere ausgetauscht. Ihre Reparatur erfolgt zentral in der Vertragswerkstatt.

#### 5. Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Die universelle Einsatzmöglichkeit und der hohe Standardisierungsgrad der LA soll durch einige Anwendungsbeispiele dokumentiert werden. Sie betreffen ausschließlich die automatische Lenkung von Landmaschinen. Anwendungsmöglichkeiten zur Regelung anderer Parameter an Landmaschinen sowie analoger Probleme in anderen Industriezweigen (z. B. Baumaschinen) sind daraus ableitbar.

Im Bild 4 ist die LA des KS-6 mit 2facher paralleler Abtastung schematisch dargestellt. Es werden von speziellen Tastern a die 2. und 5. Rübenreihe (geköpft) abgetastet. Die Verwendung von zwei Tastern erhöht die Sicherheit des Kopiervorgangs. Mit Hilfe des Sollwertpotentiometers e (am Fahrerstand angebracht) kann die LA den Einsatzbedingungen optimal angepaßt werden. Unterschiedlicher Tribradschlupf, unsymmetrische Arbeitswiderstände und in begrenztem Umfang Hangneigungseinflüsse lassen sich damit kompensieren.

Im Bild 5 ist die LA des Mähreschers E 512 dargestellt. Bis auf die Taster a, die wiederum den spezifischen landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen angepaßt sind und hier hintereinander laufen, ist sie der des KS-6 analog.

Im Bild 6 ist ein Anwendungsbeispiel der LA am Traktor ZT 300 dargestellt. Für Beetpflügen, Kartoffelroden mit angehängten Maschinen u. ä. ist die einfache Abtastung ausreichend. Dagegen ist die wechselseitige Abtastung zum Halten des Anschlusses der einzelnen Bearbeitungsgänge bei großen Arbeitsbreiten (z. B. Kopplungswagen T 890) oder bei hohen Güteanforderungen (z. B. Kartoffellegen) vorgesehen [7].

Wegen des hydromechanischen Lenkaggregats o des ZT 300 muß aber im hydraulischen Zweig ein Umschaltventil n vorgesehen werden. Auch statt der Umschalteinrichtung i läßt sich nur ein einfacher Ein-Aus-Schalter m einsetzen, da das Lenkrad infolge der mechanischen Verbindung zu den gelenkten Rädern im Automatikbetrieb mitpendelt. Durch Umrüsten des ZT 300 auf vollhydrostatische Lenkung werden diese Nachteile vermieden.

Zuletzt sei erwähnt, daß sich mit den gleichen Elementen u. a. auch eine Nachführeinrichtung ohne Handlenkungs-

(Fortsetzung auf Seite 201)

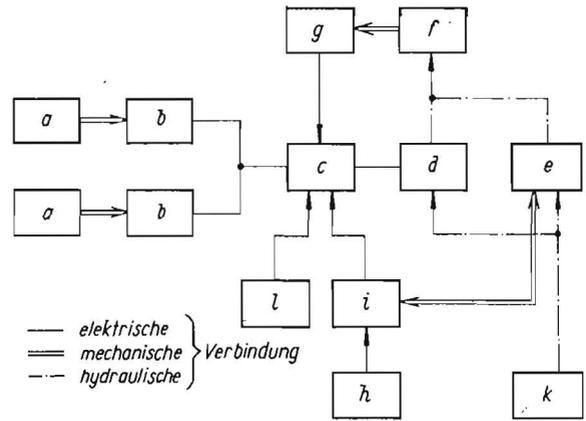


Bild 4. Wirkschema der Lenkautomatik bei 2facher Abtastung parallel nebeneinander (KS-6): a mechanischer Taster, b Meßwertgeber (induktive Gebereinheit), c Lenkautomatikregler, d elektrohydraulisches Wegeventil, e vollhydrostatisches Handlenkaggregat, f hydraulischer Lenkzylinder, g Rückführungsgeber (induktive Gebereinheit), h elektrisches Fahrzeugbordnetz, i Umschalteinrichtung von Hand- auf Automatikbetrieb und zurück, k Hydraulikantrieb, l Potentiometer zur Sollwertverstellung, m Ein-Aus-Schalter, n elektrohydraulisches Umschaltventil, o hydromechanisches Handlenkaggregat, p Wechselschalter für linkes oder rechtes Abtasten

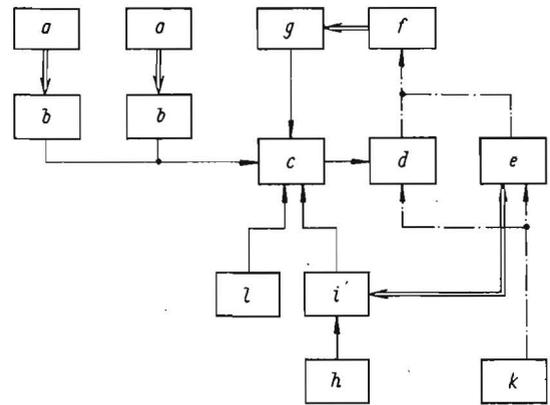


Bild 5. Wirkschema der Lenkautomatik bei 2facher Abtastung (MD E 512); Erläuterung s. Bild 4

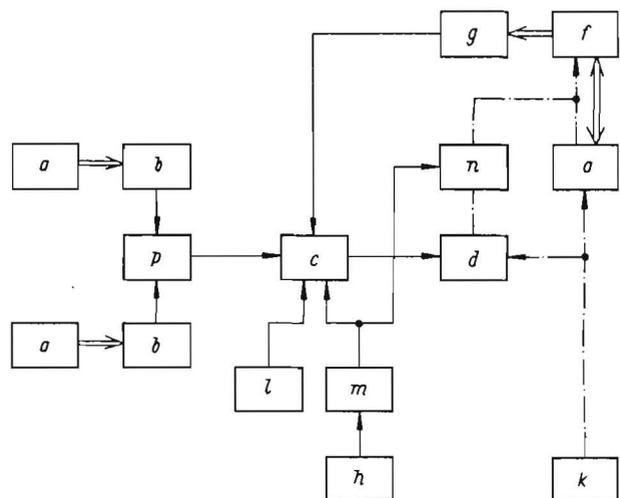


Bild 6. Wirkschema der Lenkautomatik bei wechselseitiger Abtastung; Erläuterung s. Bild 4

Int. Cl. A 01 f, 12 00

DDR-WP 96 820

Ausgabetag: 12. April 1974

## Strohleiteinrichtung an Mähdreschern

Erfinder: Erich Pfützner (DDR)

Die erfindungsgemäße Strohleiteinrichtung (Bild 1) dient der Überleitung des den Dreschkorb verlassenden ausgedroschenen Erntegutes auf den vorderen Teil der Schüttler. Mit ihr wird die Abscheidung der noch im Stroh befindlichen Körner verbessert und die Durchlabfähigkeit der Schüttler erhöht.

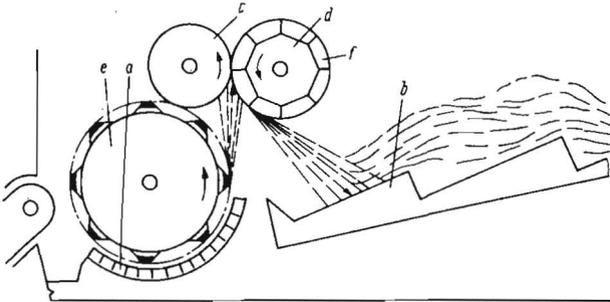


Bild 1

Die Überleitung des Gutes vom Dreschkorb a auf die Schüttler b erfolgt mit Hilfe der Strohleiteinrichtung, die aus der Vorleittrommel c und der Leitrommel d besteht. Der aus dem Dreschkorb a keilförmig austretende Strohstrahl gelangt zwischen den Fliehkreisbereich dieser beiden Trommeln. In diesem Bereich wird das Stroh umgelenkt, beschleunigt und auf den Anfangsbereich der Schüttler b mit großer Geschwindigkeit gefördert. Infolge des dadurch entstehenden Palleffekts auf dem Schüttlerbelag wird ein hoher Grad der Trennung der Körner von Stroh erreicht. Die Vorleittrommel c hat die Aufgabe, den Strohstrahl ohne wesentlichen Reibungsverlust auf die Leitrommel d zu richten. Zu diesem Zweck ist sie als glatter Zylinder ausgebildet. Die Vorleittrommel c ist in bezug auf die Dreschtrommel e und die Leitrommel d so angeordnet, daß die Fliehkreise an den Näherungsstellen dicht beieinander liegen. Durchmesser und Lage zur Dreschtrommel e sind so gewählt, daß für das aus dem Dreschkorb geförderte Gut ein ausreichend großer Freiraum zur Vermeidung von Strohstauungen vorhanden ist. Die Dreschtrommel e, die Vorleittrommel c und die Leitrommel d besitzen die gleiche Drehrichtung und die gleiche

(Fortsetzung von Seite 200)

zweig realisieren läßt. Diese dient der Feinststeuerung von Arbeitswerkzeugen (z. B. Hackmaschinen) sowie aufgesattelten oder angehängten Maschinen.

## Literatur

- 1/ Jakob, P.; Petzold, E.: Lenkautomatik für den selbstfahrenden Rodelader KS-6. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 487—489.
- 2/ Lucius, J.: Methodik der Werkzeugentwicklung für die Bodenbearbeitung. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 515—517.
- 3/ TGL 0-1319: Grundbegriffe der Meßtechnik
- 4/ Regge, H.: Zur statistischen Auswertung von Versuchsergebnissen. Dt. Agrartechnik 13 (1963) H. 1, S. 33—36.
- 5/ Häckel, K.; Löwe, R.; Bensch, G.: Konstruktion des Rodeladers KS-6. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 483—486.
- 6/ Rüstig, M.; Mauer, G.: Hinweise und Erfahrungen zum Einsatz des Rodeladers KS-6. Dt. Agrartechnik 22 (1972) H. 11, S. 489—491.
- 7/ Klitsch, R.; Gallitschke, G.: Die Intensivierung der Kartoffelpflege durch den Einsatz des Kopplungswagens T 890. Dt. Agrartechnik 21 (1971) H. 6, S. 248—249. A 9660

Drehzahl. Die Leitrommel d ist zur Unterstützung der Förderwirkung an ihrem Umfang mit radial abstehenden Schenkeln f versehen.

Die Erfindung wird am Mähdrescher E 516 des VEB Kombinat Fortschritt — Landmaschinen — Neustadt in Sachsen, benutzt.

DDR-WP 103 783

Int. Cl. A 01 d, 41/12

Ausgabetag: 12. Februar 1974

## Abstützvorrichtung für die Entleerungsschnecke des Korntanks eines Mähdreschers

Erfinder: Günther Grätz

Dipl.-Ing. Horst Pinkau

Rudolf Braun

Michael Förster (DDR)

Zur Entleerung des Korntanks und zur Übergabe der Körner auf ein Transportfahrzeug sind Mähdrescher mit einer Korntankentleerungsschnecke ausgerüstet. Diese Schnecken erfordern insbesondere bei Großmähdreschern mit breiten Schneidwerken eine große Länge, um den notwendigen seitlichen Abstand des Transportfahrzeugs vom Mähdrescher zu erzielen. Da diese großen Schneckenlängen ohne zusätzlichen Aufwand nicht freitragend ausgeführt werden können, sind hierfür Abstützungen zwischen der Schnecke und dem Maschinenrahmen erforderlich.

Gemäß der im Bild 2 dargestellten Erfindung erfolgt die Abstützung der Entleerungsschnecke a in der Arbeitsstellung durch einen Seilzug b, der sich beim Schwenken der Entleerungsschnecke a in die Arbeitsstellung selbsttätig spannt und somit die Befestigungsstelle der Schnecke a am Maschinenrahmen c entlastet. Das Seil b ist an einem festen Einspannpunkt d an der Oberseite des Maschinenrahmens c befestigt und wird über eine Umlenkstelle e an der Entleerungsschnecke a zu einer weiteren Umlenkung f am Maschinenrahmen c und von da zu einem Anlenkpunkt g an der

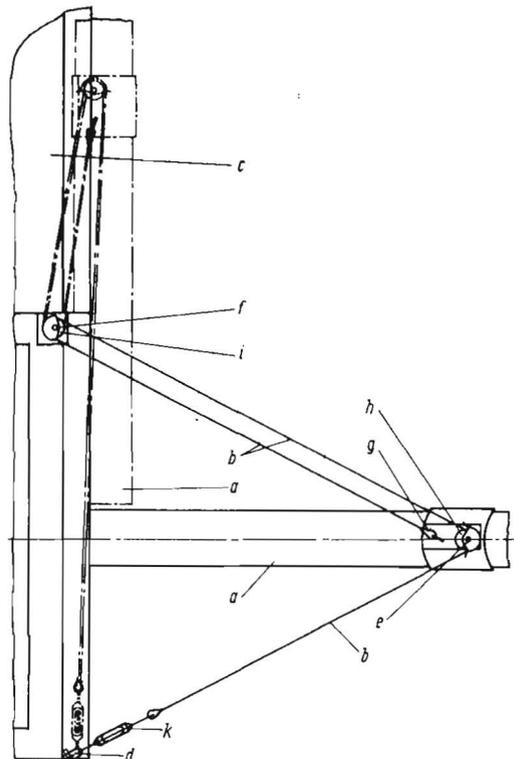


Bild 2