

# Cardansche-, Hooksche- oder Kreuzgelenke für die Transmissionierung der Landmaschine

Von Dipl.-Ing. A. WICHA, Berlin

DK 621.85

In sehr gründlicher Untersuchung werden in diesem Aufsatz die konstruktiven Elemente von Gelenktransmissionen an Landmaschinen behandelt. Anwendungsmöglichkeiten und Anwendungsbereiche von Kugel- und Kreuzgelenken als Kraftübertragungsfaktor sind hier mathematisch ermittelt und festgelegt. Unsere Konstrukteure, aber auch unsere Kollegen in der Fertigung werden diese Studie begrüßen und als Grundlage für ihre eigenen Arbeiten auswerten.

Die Redaktion

## 1 Allgemeines

Zur Kraftübertragung bedient man sich der Kugel- und Kreuzgelenke, die einen Kraftfluß bei  
 koaxialer,  
 paralleler,  
 kreuzender und  
 schneidender

Wellenlage ermöglichen. Die Wellenlage kann fest oder veränderlich sein.

### 1.1 Kugelgelenke

Die Wellenbeugung steht unter den Winkeln  $\alpha$  und  $\beta$  zueinander, siehe Bild 1 und 2.

Zur Erzielung einer gleichförmigen Bewegungsübertragung müssen die Wellen  $W_E$  und  $W_A$  zur Kugelgelenkhülse  $D$  so

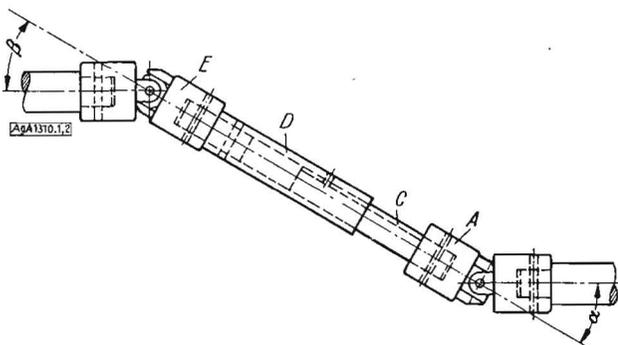
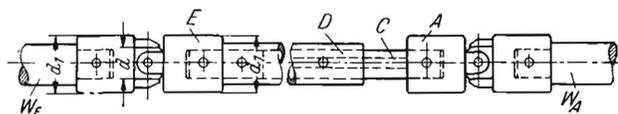


Bild 1 und 2. Anordnung von Kugelgelenkpaaren zur Übertragung gleichförmiger Bewegungen

angeordnet werden, daß die Ausschlagwinkel  $\alpha$  und  $\beta$  gleich sind. Auch muß die Kugelgelenkstange  $C$  mit der Kugelgelenkhülse  $D$  derart verbunden sein, daß die Gabelachsen der Kugelgelenkhälften  $E$  und  $A$  gleichgerichtet sind, d. h. in einer Ebene liegen.

Der größte zulässige Wellenbeugungswinkel  $\alpha$  bzw.  $\beta$  für eine zuverlässige Übertragung ist

$$45^\circ.$$

Der Wirkungsgrad des Kugelgelenkes sinkt bei zunehmendem Beugungswinkel und steigender Umlaufszahl. Mit Verringerung des Beugungswinkels können die Umlaufszahlen erhöht werden.

### 1.2 Kreuzgelenke

Um größere Kräfte respektive Leistungen übertragen zu können, wird der Durchmesser des Gabelachsenkreuzes  $d$  größer dimensioniert als der Durchmesser der Kugelgelenkhülse  $d_1$ .

Bild 3 und 4 zeigen ein Kreuzgelenk mit großem Gabelachsen-Durchmesser  $d$ . Da die zu übertragende Umfangs-

kraft  $P$  mit zunehmendem Durchmesser  $d$  kleiner wird, kann also bei gleicher spezifischer Gelenkbelastung eine größere Leistung übertragen werden.

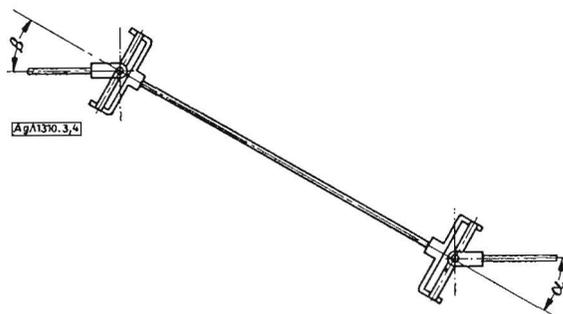


Bild 3 und 4. Anordnung von Kreuzgelenkpaaren zur Übertragung gleichförmiger Bewegungen

## 2 Geschwindigkeits-Diagramme von Kugel- und Kreuzgelenken

2.1 Die Geschwindigkeit  $C_E$  der Kugelgelenkhülse  $D$  resp. der Kugelgelenkstange  $C$  ist bei der Drehwinkelstellung  $\gamma = 0^\circ$  des Eingangskugelgelenkes  $E$  nach Bild 5

$$C_{E0} = \frac{V_{E0}}{\cos \beta} \text{ m/s}$$

Bei der Drehwinkelstellung  $\gamma = 90^\circ$  des Eingangskugelgelenkes  $E$  nach Bild 6

$$C_{E90} = V_{E90} \cdot \cos \beta \text{ m/s}$$

Die Geschwindigkeit  $V_A$  des Ausgangskugelgelenkes  $A$  ist bei der Drehwinkelstellung  $\gamma = 0^\circ$  nach Bild 7

$$V_{A0} = C_{A0} \cdot \cos \alpha \text{ m/s}$$

Bei der Drehwinkelstellung  $\gamma = 90^\circ$  des Ausgangskugelgelenkes  $A$  nach Bild 8

$$V_{A90} = \frac{C_{A90}}{\cos \alpha} \text{ m/s}$$

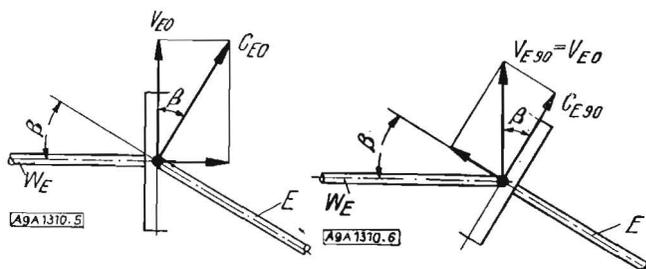


Bild 5. Eingangsdrehwinkelstellung  $\gamma = 0^\circ$

Bild 6. Eingangsdrehwinkelstellung  $\gamma = 90^\circ$

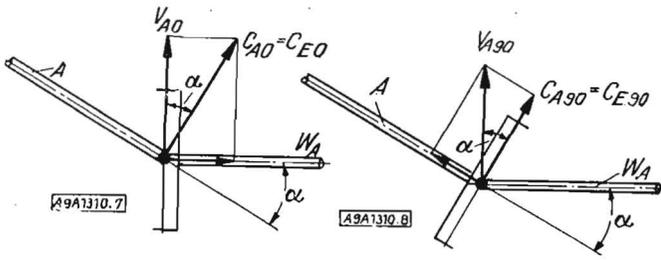


Bild 7. Ausgangs-Drehwinkelstellung  $\gamma = 0^\circ$  Bild 8. Ausgangs-Drehwinkelstellung  $\gamma = 90^\circ$

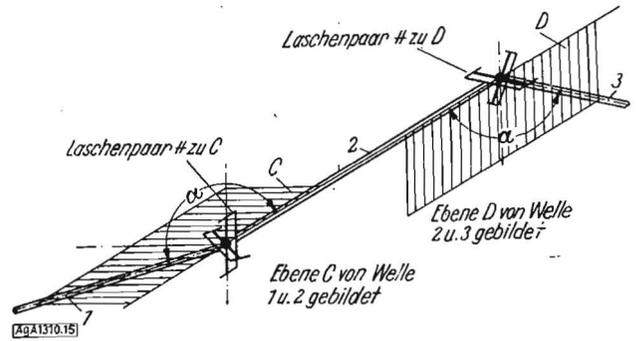


Bild 15. Räumliche Winkellage der Triebwellen

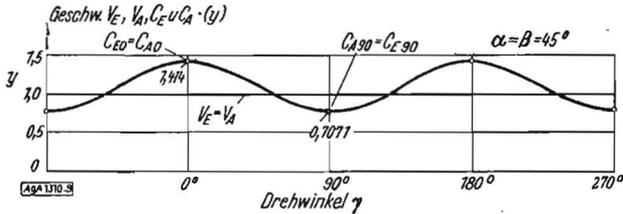


Bild 9. Geschwindigkeits-Diagramm der Ausgangswelle  $W_A \beta = \alpha$

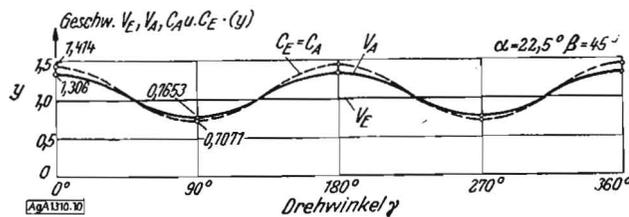


Bild 10. Geschwindigkeits-Diagramm der Ausgangswelle  $W_A \beta > \alpha$

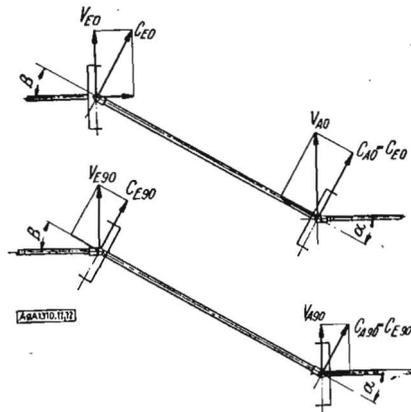


Bild 11. Drehwinkelstellung  $\gamma = 0^\circ$

Bild 12. Drehwinkelstellung  $\gamma = 90^\circ$

Bild 13. Geschwindigkeits-Diagramm der Ausgangswelle bei verschiedener Lage der Gabelachsen und  $\alpha = \beta = 45^\circ$

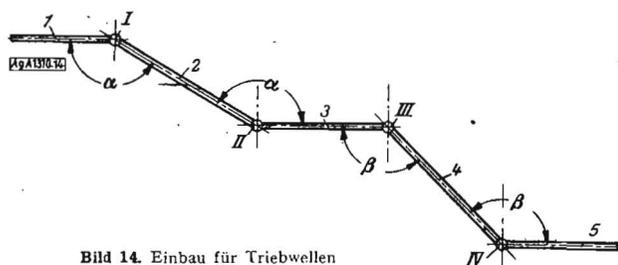
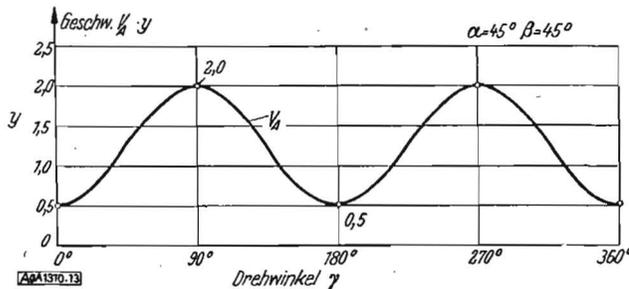


Bild 14. Einbau für Triebwellen

2.2 Gleich große Wellenbeugungswinkel

Ist der Beugungswinkel bei Eingang  $\beta$  und bei Ausgang  $\alpha$  gleich groß, so wird die Wellenumfangsgeschwindigkeit der Ausgangswelle  $W_A$  wie im Geschwindigkeitsdiagramm Bild 9 gezeichnet und wie der Rechnungsgang ergibt, gleichförmig verlaufen.

$$\frac{V_{E0}}{V_{A0}} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha} = 1 \quad \beta = \alpha$$

$$\frac{V_{E90}}{V_{A90}} = \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = 1$$

$$V_E = V_A$$

Die Geschwindigkeiten der Kugelgelenkhülse  $D$  und der Kugelgelenkstange  $C$  sind vom Eingang an bis zum Ausgang hin gleich groß.

$$C_{E0} = C_{A0} \\ C_{E90} = C_{A90}$$

2.3 Verschieden große Wellenbeugungswinkel

Wird zum Beispiel bei einer Transmissionierung der Eingangs-Beugungswinkel  $\beta$  größer als der Ausgangs-Beugungswinkel  $\alpha$  gewählt, so ist die Umfangsgeschwindigkeit  $V_A$  der Ausgangswelle  $W_A$  nicht gleichförmig, wie aus dem Bild 10 zu erkennen ist.

z. B.:  $\beta = 45^\circ$   
 $\alpha = 22,5^\circ$

$$\frac{V_{E0}}{V_{A0}} = \frac{0,7071}{0,9239} = 0,7653$$

$$\frac{V_{E90}}{V_{A90}} = \frac{0,9239}{0,7071} = 1,306$$

$$C_{E0} = C_{A0}; \quad C_{E90} = C_{A90}; \quad V_{E0} = V_{E90};$$

$$\frac{C_{E0}}{C_{E90}} = \frac{1}{\cos^2 \beta} = 2$$

2.4 Verschiedene Lage der Gabelachsen der Kugelgelenkhälften E und A

Vielfach kann besonders im Landmaschinenbau die verschiedene Lage der Gabelachsen von den Kugelgelenken  $E$  und  $A$  festgestellt werden. Dies wird auf verschiedene Ursachen zurückgeführt:

a) Durch das Infunktions-treten der Rutschkupplung, die in den meisten Fällen zwischen den beiden Kugelgelenken angeordnet wird,

b) durch Verdrehung der Gelenkstange gegenüber der Gelenkhülse bei der Maschinenkopplung mit dem Schlepper.

Besonders bei Gelenkstangen mit vierkantigem Profilquerschnitt wird in vielen Fällen auf eine besondere Justierung nicht geachtet und dadurch das Ineinanderstecken, ohne Rücksichtnahme auf die Stellung der Gabelachsen, willkürlich vorgenommen.

In Bild 11 und 12 ist zeichnerisch die fehlerhafte Lage der Gabelachsen dargestellt. Das Bild 13 zeigt bei gegenseitiger

Verdrehung der Gabelachsen den diagrammatischen Verlauf der ungleichförmigen Umfangsgeschwindigkeit der Ausgangswelle.

$$C_{E90} = \frac{V_{E0}}{\cos \beta} \quad C_{A0} = V_{A0} \cdot \cos \alpha \quad C_{E0} = C_{A0}$$

$$\frac{V_{E0}}{V_{A0}} = \cos \beta \cdot \cos \alpha$$

$$C_{E90} = V_{E90} \cdot \cos \beta \quad C_{A90} = \frac{V_{A90}}{\cos \alpha} \quad C_{E90} = C_{A90}$$

$$\frac{V_{E90}}{V_{A90}} = \frac{1}{\cos \beta \cdot \cos \alpha}$$

Bei  $\beta = 45^\circ$   
 $\alpha = 45^\circ$

$$\frac{V_{E0}}{V_{A0}} = 0,5 \quad \frac{V_{E90}}{V_{A90}} = 2$$

### 3 Einbau für Triebwellen

Mit Hilfe des Bildes 14 werden die Einbaubedingungen für Wellengelenke festgelegt.

a) Es ist stets eine gerade Anzahl von Gelenken (2,4 usw.), also eine ungerade Anzahl von Wellenstücken zu verwenden.

b) Die Beugungswinkel an den beiden Enden der geradzähligen Wellenstücke müssen jeweils gleich groß sein.

c) Auf jeder geradzähligen Welle müssen die Gelenke so sitzen, daß die zugehörigen Laschenpaare jeweils parallel zu der Ebene liegen, die diese Welle mit den anschließenden Wellenstücken bildet (siehe Bild 15).

### 4 Konstruktion von Kugelgelenken

Bild 16 und die Tafel I über Anschlußmaße bilden einen Teil der technischen Daten für Kugelgelenke.

Tafel I. Anschlußmaße DIN 808

Serien-Nr.	d (H 7) mm	D mm	L mm	l mm	d <sub>1</sub> mm	a mm	b ≈ mm
10 × 18	10	18	50	25	3	6	13
12 × 24	12	24	56	28	4	7	14
14 × 28	14	28	60	30	5	8	17
16 × 32	16	32	68	34	5	9	19
18 × 36	18	36	76	38	5	10	22
20 × 40	20	40	84	42	6	11	24
22 × 45	22	45	92	46	6	12	26
25 × 50	25	50	102	51	8	14	30
30 × 55	30	55	120	60	8	17	35
35 × 72	35	72	145	72,5	10	20	42

Werkstoff: Gabelkörper 1,5% Si Siliziumstahl 0,5% C

Zulässige Rundlauffehler:

Der Ausschlag der Meßuhr soll den Wert 0,15 mm beim Drehen der Gelenke in Strecklage nach Anordnung Bild 17 nicht überschreiten.

Die Leistungstafel Bild 18 und die Korrektionsstafel Bild 19 geben Aufschluß über Drehzahl, Drehmoment und zu übertragende Leistungshöhe.

In Bild 18 und 19 ist je ein Anwendungsbeispiel eingezeichnet. Gegeben ist:

- Das Drehmoment 15 mkg,
- die Umlaufzahl 150 U/min,
- der Beugungswinkel 25°.

Zu ermitteln ist:

#### 4.1 Größe des Gelenkes

Verfolge von der Umdrehungszahl 150 aufwärts bis zum Schnitt mit der Linie für das Drehmoment 15 mkg. Der Berührungspunkt bestimmt die Größe des Gelenkes an der nächstgelegenen Kurve Nr. 22 × 45.

#### 4.2 Leistung bei einem Beugungswinkel von 5°

Diese Angabe ist abzulesen an der linken Seite des Diagrammes in der Höhe des Berührungspunktes = etwa 3,2 PS.

#### 4.3 Korrektionsfaktor η der Leistung für einen Beugungswinkel von 25°

Verfolge in der Korrektionsstafel von Beugungswinkel 25° senkrecht aufwärts bis zur Korrektionskurve, dann lese in dieser Höhe auf der rechten Seite ab = etwa 0,76.

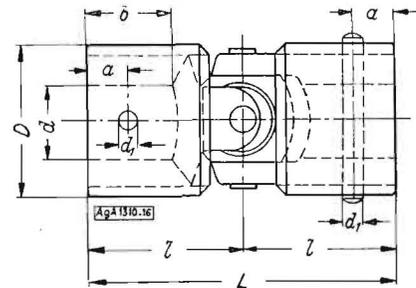


Bild 16. Kugelgelenk

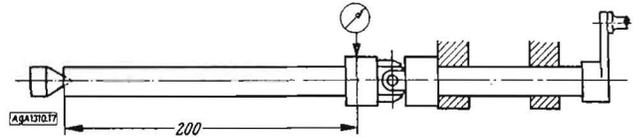


Bild 17. Rundlauffehler

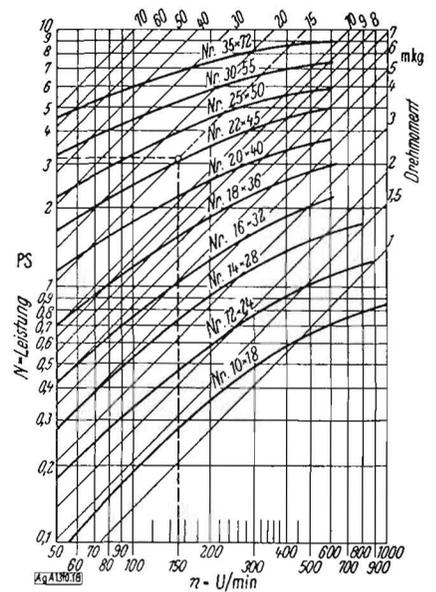


Bild 18. Leistungstafel für Kugelgelenke

Bild 19. Leistungstafel für Kugelgelenke Korrektionskurve

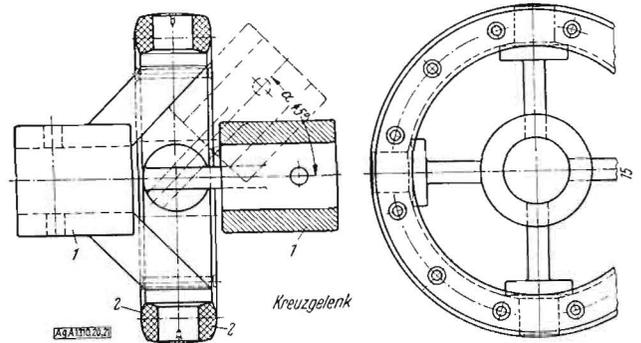
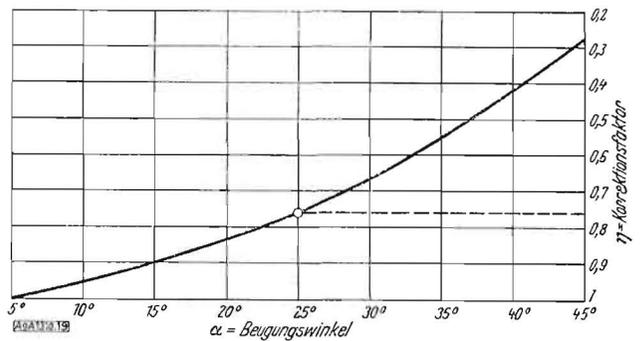


Bild 20 und 21. Kreuzgelenk

#### 4.4 Leistung des Gelenkes Nr. 22 × 45 bei einem Beugungswinkel von 25°

Dieser wird errechnet aus der Leistung  $N$  und dem Korrektionsfaktor  $\eta$ .

$$3,2 \times 0,76 = 2,4 \text{ PS.}$$

#### 5 Konstruktion von Kreuzgelenken

Eine Kreuzgelenkkonstruktion ist in Bild 20 und 21 dargestellt.

Zwei gleichgeformte Naben, mit je zwei diametral angeordneten Armen, die außen zylindrische Zapfen aus Stahl (Preß- oder Schlagschmiedestück) tragen, werden miteinander durch einen geteilten Ring 2 aus Preßstoff verbunden.

Dieser geteilte Ring wird mittels Schrauben oder Nieten zusammengehalten.

Diese Kreuzgelenkkonstruktion ist gegen Staub und Schmutz unempfindlich und bedarf keiner Wartung, ist billig in der Herstellung und eignet sich besonders für Leistungsübertragung über 5 PS (über 20 mkg Drehmoment). A 1310

## Kartoffelpflanzmaschinen

Von I. P. GRUDSENKO, Moskau<sup>1)</sup>

DK 631.332.7-81

Im Kartoffelanbau stellt das Pflanzen einen der wichtigsten Arbeitsvorgänge dar. Das Pflanzverfahren beeinflusst in beträchtlichem Grade die Pflege, die Ernte und den Ertrag der Kartoffeln.

Daher wird dem mechanisierten Kartoffelpflanzen, besonders in Verbindung mit gleichzeitiger Düngung, der Anwendung des quadratischen Nestpflanzverfahrens usw. große Beachtung geschenkt.

Das Entwicklungsbüro der Fabrik „Rjasselmash“ hat in Zusammenarbeit mit anderen Organisationen eine ganze Reihe von Kartoffelpflanzmaschinen geschaffen, und zwar: die in größeren Serien fabrizierte Kartoffelpflanzmaschine SK-2; die in dreirädriger Nebeneinanderkupplung arbeitende Kartoffelpflanzmaschine SK-2A; die kombinierte Kartoffelpflanzmaschine (zur gleichzeitigen Unterbringung von mineralischen und organisch-mineralischen Düngemitteln mit den Pflanzen); die Kartoffelpflanzmaschinen für das quadratische Nestverfahren; die Maschine zum Pflanzen jarowisierter Kartoffeln; eine Anzahl experimenteller Anhänger- und anderer Pflanzmaschinen, die in naher Zukunft eine weitgehende Verwendung in der Landwirtschaft finden werden.

Ohne auf die theoretischen, agrobiologischen, ökonomischen und anderen Gesichtspunkte, die bei der Schaffung der Kartoffelpflanzmaschinen ausschlaggebend waren, einzugehen, werden nachstehend verschiedene Konstruktionen von Pflanzmaschinen behandelt sowie einige Fragen berührt, die damit zusammenhängen.

#### Die Kartoffelpflanzmaschine SK-2

Diese Kartoffelpflanzmaschine der Fabrik „Rjasselmash“ hat allgemeine Anerkennung gefunden und gilt als die beste Kartoffelpflanzmaschine der Gegenwart. Diese Maschine, die von den Stalinpreisträgern P. N. Nastenko und A. A. Kaschinzew geschaffen ist, wurde 1947 zur Serienfabrikation gestellt. In ihrer Arbeitsqualität übertrifft sie die bis heute bekannten hiesigen und ausländischen Konstruktionen, ihre Behandlung und Pflege ist einfach, sie kann für beliebiges Pflanzmaterial (kleines, mittleres, unsortiertes, geschnittenes), außer jarowisiertem, benutzt werden. Diese Kartoffelpflanzmaschine kann mit den vorhandenen Traktortypen zusammenarbeiten, und zwar mit U-2 als zweireihige Maschine, mit Rad-SchTS und KD-35 als vierreihiges Aggregat, mit STS-NATJ und anderen ähnlichen Traktoren als sechstreihiges Aggregat.

Durch zahlreiche Untersuchungen, die während der praktischen Arbeit der Maschine durchgeführt wurden, konnte festgestellt werden, daß die Kartoffelerträge bei richtiger Anwendung der Kartoffelpflanzmaschine höher sind, als beim Pflanzen hinter dem Pflug.

Mit Kartoffelpflanzmaschinen kann man sowohl in Dämmen als auch auf ebenem Acker pflanzen. Die Leistungsfähigkeit der zweireihigen Maschine beträgt ungefähr 5 ha in der Schicht, man hat aber in vielen MTS und Sowchosen auch bis 8 ha erreicht.

Das technologische Schema der Maschine ist das folgende: die in den Bunker 1 (Bild 1) geschütteten Kartoffelknollen

gehen in den Speisungskübel 2, wo sie von den Löffeln des Pflanzapparates 3 erfaßt und darauf in eine Klemme gebracht werden. In ihr geht die eingeklemmte Knolle in den unteren Teil der Pflanzmaschine, von wo sie in eine Furche, die das Schar 4 zieht, geworfen wird. Die Zudeckscheiben 5 schieben Dämme zusammen, während ein Kratzer die Bodenoberfläche egalisiert.

Somit stellt die Kartoffelpflanzmaschine SK-2 zum Auspflanzen der üblichen unjarowisierten Knollen eine gut durch-

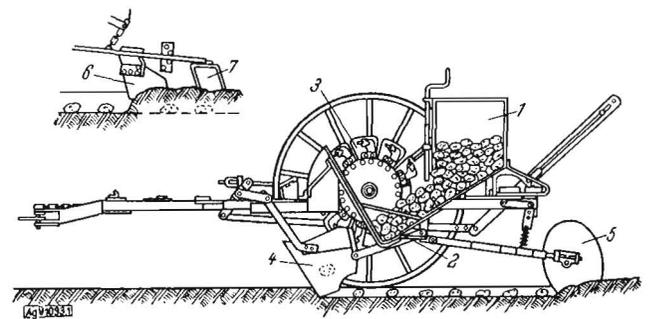


Bild 1. Technologisches Schema der Kartoffelpflanzmaschine SK-2. 1 Bunker 2 Speisungskübel, 3 Löffel des Pflanzapparates, 4 Furchenzieher, 5 Zudeckscheiben

gedachte Konstruktion dar, besonders nachdem in den Jahren 1950 und 1951 die Maschine folgende Verbesserungen erhalten hat: a) statt der früheren zwei einstellbaren Knollenabstände in der Reihe (31,4; 38,4) können jetzt vier Abstände (28,8; 31,4; 34,5; 38,4 cm) eingestellt werden. Allerdings können sich beim Radschlupf, der bis 10% und noch weitergehen kann, die Abstände in der Praxis entsprechend erweitern; b) es sind Schutzkupplungen eingesetzt, die etwaigen Bruch am Pflanzapparat und an dessen Einzelteilen (Löffel) vorbeugen; c) einige Baugruppen (Vorderwelle, Scharschenkel u. a.) sind vereinfacht; d) die Bodenanhäufungsmöglichkeit zwischen den Scharen und Teilen der zweireihigen Maschine ist beseitigt und eine Reihe weiterer Verbesserungen durchgeführt worden.

Zahlreiche Anerkennungen aus der Landwirtschaft berechtigen zu dem Schluß, daß die Maschine bereits festen Eingang bei den Kolchosen, MTS und Sowchosen gefunden hat und besonders beim Bepflanzen großer Flächen benutzt wird. Allerdings besitzt die Kartoffelpflanzmaschine SK-2 noch einige Mängel, die beseitigt werden müssen. Hierzu gehören: Ungenauigkeit der Abstände zwischen den Grenzreihen von zwei zweireihigen Maschinen, die als vierreihiges Aggregat verbunden sind; großer Zeitverlust (2 bis 3 Stunden) bei der Umstellung der Knollenabstände in den Reihen.

Bekanntlich wird die zweireihige Kartoffelpflanzmaschine zwecks Erleichterung der nachfolgenden Bearbeitung der Kartoffeln (Bearbeitung mit dem Kultivator, Behäufelung, Nachdüngung) und zwecks Ertragssteigerung zum vierreihigen Aggregat durch Hintereinanderkupplung verbunden.

<sup>1)</sup> Aus: Сельхозмашина (Landwirtschaftliche Maschinen) Moskau (1952) Nr. 10, S. 7 bis 10, Übersetzer: Dr. Linter.