

# Typ einer Kartoffelerntekombi- ne für schwere Böden<sup>1)</sup>

Von I. A. GLUCHICH, Moskau

DK 631.358.453

Bis jetzt wurden Kartoffelerntekombi-  
nen nur für leichte Böden konstruiert. Nun aber, nach der Konstruktion der  
Kombi KOK-2, muß an die Ausarbeitung von Maschinen herangefordert werden, die für die Kartoffelernte  
auch auf schweren Böden geeignet sind.

Im folgenden werden Elemente der technologischen Berechnung einer Kombi angeführt. Obgleich sich diese Daten  
hauptsächlich auf die Kombi KOK-2 beziehen, so sind sie trotzdem für die Konstruktion eines neuen Kombi-  
nentyps von Interesse. Außerdem werden in diesem Artikel einige Fragen dargelegt, die den Typ einer Kombi  
für schwere Böden behandeln. Darüber hinaus wird die Bedeutung geklärt, die die physikalisch-mechanischen  
Bodeneigenschaften einerseits und die Konstruktion einer Kartoffelerntekombi für die Kulturarbeiten anderer-  
seits haben.

Nehmen wir eine Fläche an, deren Größe 1 ha beträgt und  
deren Furchen eine Länge von  $X_m$  und eine Breite von  $I_m$   
haben. Vorausgesetzt, daß jede Furche von zwei halben Reihen-  
abständen begrenzt ist, finden wir die gesamte Länge aller  
Furchen durch

$$L = x \frac{y}{a} = \frac{10000}{a} \text{ m,}$$

wo  $a$  Reihenabstand in m bedeutet.

Hiernach beträgt die Sekundenbelastung der Maschine mit  
Kartoffelknollen

$$q_1 = \frac{100 i v Q}{L}$$

Nach der Vertauschung

$$q_1 = 0,01 i a v Q \text{ kg/s,} \quad (1)$$

wo

$Q$  Kartoffelertrag in dz/ha,

$v$  Geschwindigkeit der Maschine in m/s,

$i$  Anzahl der Reihen, die von der Kombi auf einem  
Gang erfaßt werden, bedeuten.

(Fortsetzung von Seite 44)

in einem Gang einen saarfertigen Acker liefert, besteht die Mög-  
lichkeit, wenigstens auf einem Teil der Flächen die Frühjahrs-  
bestellung um 1 bis 2 Wochen vorzuverlegen.

In welchem Umfang der Rotorpflug auch noch für andere  
Aufgaben eingesetzt werden kann, wird die Praxis ergeben.  
Jedenfalls ist zu prüfen, wie sich der Rotorpflug zum Ein-  
arbeiten von Stallung, zum Unterbringen von Gründung und  
zur Vorbereitung von Grünlandflächen für den Umbruch  
eignet.

Die weitere Entwicklung und Vervollkommnung des Rotor-  
pfluges wird die Einsatzfähigkeit dieses neuen Geräts sicher-  
lich noch erheblich erweitern können. In welcher Richtung die  
Entwicklung gehen soll, ist weiter oben schon angedeutet. Es  
kommt vor allem darauf an, zu klären, ob eine Vergrößerung  
der Arbeitsbreite möglich und ratsam ist. Wenn die Arbeits-  
breite auf 1,75 m gesteigert werden könnte, würde das bedeuten,  
daß die Schlepperspur beiderseits überdeckt wird und in jeder  
Arbeitsrichtung der Furchenanschluß gewährleistet ist. Für  
den Fall, daß eine solche Vergrößerung der Arbeitsbreite nicht  
angängig ist, wird bereits eine Vorrichtung für die Zugpunkt-  
umlegung am Schlepper vorbereitet, mit deren Hilfe dann auch  
bei der gegenwärtigen Breite in beiden Richtungen wie mit  
einem Wendepflug gearbeitet werden kann.

Außerdem wird z. Z. noch eine andere Ausführungsform  
des Rotorpfluges als Anbaugerät unmittelbar hinter dem  
Schlepper konstruktiv bearbeitet. Dadurch soll eine bessere  
Wendefähigkeit und als Folge davon ein schmäleres Vorge-  
wende erreicht werden.

A 1033

## Literatur:

- [1] Janert, H.: Eine registrierende Bodensonde zur Feststellung von Bodenver-  
dichtungen. Deutsche Bauerntechnik, 3, 1949, Nr. 10.  
[2] Wül, F.-K.: Die Luftdurchlässigkeit des Bodens als Kriterium des Struktur-  
zustandes und die Methodik ihrer Messung. Dissertation, Greifswald 1952.

Analog ist die Sekundenbelastung der Maschine mit Kraut.

$$q_2 = 0,01 i a v Q \text{ kg/s,} \quad (2)$$

wo  $Q_1$  Krautmenge in dz/ha bedeutet.

Für die Sekundenbelastung mit Erde sei bemerkt, daß das  
Sekundenvolumen der Erde sich wie folgt errechnet:

$$V_3 = i \left( 10 S v - \frac{q_1}{i a} \right) = i v \left( 10 S - \frac{a Q}{100 a} \right).$$

Hiernach beträgt unter Berücksichtigung der Bodenfeuchtig-  
keit die Sekundenbelastung mit Erde

$$q_3 = V_3 \gamma + \frac{V_3 p}{100}$$

oder

$$q_3 = i v \left( \gamma + \frac{p}{100} \right) \left( 10 S - \frac{a Q}{100 a} \right) \text{ kg/s,} \quad (3)$$

wo

$S$  Querschnitt des Furchenkammes, der mit einem Schar  
von  $\text{dm}^2$  aufgepflügt wird,

$a$  spezifisches Gewicht der Kartoffeln (bei der Ernte),

$\gamma$  Volumengewicht des trockenen Bodens in  $\text{kg}/\text{dm}^3$ ,

$p$  Bodenfeuchtigkeit in % des trockenen Bodengewichtes  
bedeuten.

Aus den Gleichungen (1), (2) und (3) erhält man die Sekunden-  
belastung der Maschine

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \text{ kg/s.} \quad (4)$$

Die Zusammensetzung der von der Maschine aufgenommenen  
Masse errechnet sich aus dem Verhältnis der drei Hauptbestand-  
teile: Knollen, Kraut und Erde.

Der prozentuale Gehalt an Knollen ist

$$p_1 = 100 \frac{q_1}{q}$$

Der Gehalt an Kraut in % ist

$$p_2 = 100 \frac{q_2}{q}$$

Belastung der Arbeitsteile der Kombi KOK-2 und Zusammen-  
setzung der Masse,

und schließlich ist der Gehalt an Erde in Prozenten

$$p_3 = 100 \frac{q_3}{q}$$

Es ist augenscheinlich, daß

$$p_1 + p_2 + p_3 = 100.$$

Die Gleichung (4) ergibt die Belastung der ersten Arbeitsteile  
der Kombi. Die Belastung der folgenden Arbeitsteile ver-  
mindert sich durch die Abgänge. Aus der Tafel ersieht man die  
Belastung der Arbeitsteile sowie die Zusammensetzung der von  
der Kombi KOK-2 aufgenommenen Masse. Die in der Tafel  
enthaltenen Daten wurden bei einer Arbeit ermittelt, die mit  
der Maschine bei einer Fahrtgeschwindigkeit von 1 m/s am  
1. Oktober 1951 auf dem Budenny-Kolchos im Uchtomski-

<sup>1)</sup> N. W. Firsov: Der Stand der Kartoffelerntemechanisierung (Selchosmaschina  
Nr. 6/51).

Aus Сельхозмашина (Landwirtschaftliche Maschinen), Moskau (1952) Nr. 9,  
S. 12 bis 14. Übersetzer: Dr. Linter.

Bearbeitungsarten und Arbeitsteile	Erde			Knollen			Kraut			Gesamtmasse	
	in kg	in % der Erde	in % der Masse	in kg	in % der Knollen	in % der Masse	in kg	in % des Krautes	in % der Masse	in kg	in % der Masse
Kommt auf den Hauptelevator	180,47	100	97,46	4,335	100	2,25	0,36	100	0,19	185,165	100
Geht durch den Hauptelevator	172,5	95,56	—	0,324	7,48	—	0	0	—	172,824	93,34
Verläßt den Hauptelevator, kommt zu den Walzen und auf den zweiten Elevator	7,97	4,44	64,6	4,011	92,52	32,4	0,36	100	3,0	12,341	6,66
Geht über den zweiten Elevator	5,77	3,19	—	0,113	2,60	—	0	0	—	5,883	3,17
Verläßt den zweiten Elevator	2,20	1,25	34,0	3,898	89,92	60,5	0,36	100	5,5	6,458	3,49
Verläßt die Krautführer	1,76	0,97	—	0,018	0,42	—	0,36	100	—	2,138	1,16
Kommt auf den Sortierer	0,44	0,28	10	3,880	89,50	90	0	0	0	4,320	2,33
Geht durch den Sortierer	0,44	0,28	—	0	0	—	0	0	—	0,440	0,24
Verläßt die Sortierer	0	0	0	3,880	89,50	100	0	0	0	3,880	2,09

Bezirk des Moskauer Gebietes durchgeführt wurde. Die Kombi arbeitete auf sandigem Boden, die Kartoffeln waren nach dem quadratischen Nestverfahren gepflanzt. Der Ertrag an Knollen betrug 310 dz/ha und an Kraut 26 dz/ha. Gleichlautende Daten wurden auch 1950 gewonnen.

Aus der Tafel ersieht man, daß bei einer Fahrtgeschwindigkeit der Maschine von 1 m/s eine Masse von 185 kg/s die Schare passiert. In der aufgenommenen Masse sind 97,46% an Erde, 2,35% an Knollen und 0,19% an Kraut enthalten. Es sei bemerkt, daß bei Arbeit auf Feldern, auf denen die Kartoffeln nicht unter Kämmen liegen, die Belastung noch größer ist.

Um die Leistung der Walzen zu berechnen, sei angenommen, daß in den Arbeitsbereich der Walzen die Knollen und Erdklumpen getrennt eintreten und ein regelmäßiges Feld bilden. Teilen wir dann die Arbeitsfläche der Walzen in Quadrate ein, die eine Seitenlänge von  $x$  haben, so ist es augenscheinlich, daß jedes Quadrat von zwei Kreislinien und zwei Erzeugenden des Zylinders begrenzt ist. Bei der Arbeitslänge der Walzen  $b$  ist die Summe der Kreislinien gleich  $\frac{b}{x}$ , die Summe der bildenden

Linien, die in der Sekunde passieren, gleich  $\frac{\pi D n}{60 x}$ . Die gesamte Menge der Linienüberschneidungen auf der Rolle gleich

$$K = \frac{\pi D n b}{60 x^2}$$

Berechnen wir nun den Sekundenzugang an Knollen und Klumpen. Bei Außerachtlassung der Verluste kann man sagen, daß zu den Walzen in der Sekunde folgende Menge an Knollen gelangt:

$$K_1 = 1000 \frac{q_1}{P_1} \text{ Stück/s,}$$

wo  $P_1$  Durchschnittsgewicht einer Knolle bedeutet; da die Erdzufuhr zu den Walzen

$$q_4 = \frac{m}{100} q_3 \text{ kg/s beträgt,}$$

wo  $m$  Abgang der Erde vom ersten Elevator in % von  $q_3$  bedeutet, so beträgt die Menge an Klumpen, die zu den Walzen kommt,

$$K_2 = 1000 \frac{q_4}{P_2} \text{ Stück/s,}$$

wo  $P_2$  Durchschnittsgewicht eines Erdklumpens bedeutet. Es ist augenscheinlich, daß

$$k = K_1 + K_2,$$

wonach

$$\frac{q_1}{P_1} + \frac{q_4}{P_2} = \frac{\pi D n b}{60 \cdot 1000 x^2} \quad (5)$$

Man hatte gerechnet, daß bei dichtem Aneinanderliegen von Knollen und Klumpen 40% an Klumpen zerstört werden<sup>2)</sup>. Unsere Versuche haben es nicht bestätigt.

Mit Abnahme von  $x$  fällt die Kompressionskraft der Walzen. Um für die Zerstörung von Klumpen eine Kompressionskraft bis zu 15 kg zu erhalten (beim Bepumpen der Walzen bis 0,2 at), darf die Größe von  $x$  nicht unter 10 cm betragen.

<sup>2)</sup> N. W. Firsov: Begründung des Typs und der Konstruktion der Kartoffelerntekombi. Neue Typen landwirtschaftlicher Maschinen. Maschgis, Moskau 1948, S. 36.

Unter Anwendung der Gleichung (5) und bei Unterstellung einiger Wertgrößen der Kombi KOK-2 erhalten wir

$$\frac{0,01 \cdot 2 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 250}{75} + \frac{180}{100} \frac{m}{P_2} = \frac{3,14 \cdot 32 \cdot 158 \cdot 110}{60 \cdot 1000 \cdot 10^2} \quad (5')$$

oder

$$q_4 = 0,233 P_2 = 1,8 \text{ m kg/s.}$$

Daraus kann man die Größe für die Belastungen erhalten, die für die Walzen zulässig ist:

$P_2$ g	75	100	125	150
$m$ %	9,7	13	16,2	19,4
$q_4$ kg/s	17,5	23,3	29	35

Aus diesen Ziffern geht hervor, daß bei einer Arbeitslenkung nach (5'), die Walzen die Klumpen nur dann gut zerstören können, wenn ihre Belastung mit Erde nicht über 17,5 bis 35 kg/s beträgt. Zur Gewinnung einer solchen Belastung ist es erforderlich, daß der erste Elevator in einer Sekunde nicht unter 160 kg Erde aussiebt. Es ergibt sich somit, daß die Arbeit der Walzen von der Arbeit des Elevators als eines Separators vorher bestimmt wird.

Um die Knollen vom Kraut abzureißen, werden in den meisten Fällen zwei rotierende Wellen benutzt. Die Berechnung der Krautabreißer erfolgt nach der Gleichung (2) unter Berücksichtigung dessen, daß die Sekundenbelastung mit Kraut - dem Volumengewicht des Krautes multipliziert mit dem Krautvolumen in der Abreißzone entspricht; somit haben wir

$$\frac{i a v Q_1}{100} = \gamma_1 b_1 \frac{\pi D n}{60 \cdot 100} \frac{\delta}{100}$$

Daraus ergibt sich für die Krautschicht zwischen den Wellen die Gleichung

$$\delta = \frac{60 \cdot 100 \cdot i a v Q_1}{\pi D n \gamma_1 b_1} \text{ cm,} \quad (6)$$

wo

- $\gamma_1$  Volumengewicht des Krautes in der Abreißzone der Knollen,
- $b_1$  Arbeitslänge der Welle in m,
- $D$  Durchmesser der Wellen in cm, einschließlich des Blattes,
- $n$  Umdrehungszahl der Wellen in der Minute bedeuten.

Für KOK-2

$$\delta = \frac{i a v Q_1}{\frac{\pi D n}{6000} b_1 \gamma_1} = \frac{2 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 123}{2,65 \cdot 1,07 \cdot 160} \approx 0,5 \text{ cm.}$$

Außerdem haben wir aus der Zeichnung

$$\frac{D + \delta}{D + 2p} \leq \cos \frac{\varphi}{2},$$

woraus

$$D \leq \frac{2p \cos \frac{\varphi}{2} - \delta}{1 - \cos \frac{\varphi}{2}} \quad (7)$$

wo

- $p$  Radius der Krümmung kleiner Knollen in cm,
- $\varphi$  Ausschlußwinkel kleiner Knollen bedeuten.

Die Berechnung der Kapazität des Förderers und Trenners erfolgt aus folgenden Überlegungen.

Die bewegliche Arbeitsfläche des Förderers beträgt in s

$$S_1 = L v_1,$$

wo

$L$  Arbeitsbreite des Förderers in m,  
 $v_1$  Geschwindigkeit des Förderers in m/s bedeuten.

Es ist nicht schwer, festzustellen, daß der Quotient aus der Teilung der Sekundenbelastung mit Knollen durch die Fläche  $S_1$  nicht größer sein darf, als das Gewicht der Kartoffelschicht auf einem Quadratmeter beträgt, das ausgedrückt wird durch die Ungleichung

$$\frac{q_1}{S_1} < P_0$$

oder

$$0,01 i a v Q < L v_1.$$

Hieraus folgt, daß die Geschwindigkeit des Förderers und Trenners entsprechen muß der Ungleichung

$$v_1 > \frac{i a v Q}{100 I P_0}. \quad (8)$$

Für KOK-2

$$v_1 > \frac{2 \cdot 0,7 \cdot 1,25 \cdot 250}{100 \cdot 0,91 \cdot 18,6} = 0,26 \text{ m/s.}$$

Bei der Konstruktion einer Kombi für schwere Böden, die mit Krautraufvorrichtungen ausgerüstet ist, muß man berücksichtigen, daß für das verhältnismäßig langsame Raufen einer trockenen Staude eine Durchschnittskraft von 7 kg, für eine grüne Staude dagegen von 17 kg erforderlich ist. Mit einer grünen Staude wird die Hälfte der zugehörigen Knollen mit-herausgerissen, während die trockene Staude meist ohne Knollen herauskommt. Die Kraft, die beim Raufen einer grünen Staude erforderlich ist, sowie die Anzahl der herauszuhebenden Knollen sind von der Tiefenlage der Knollen und von der Art und dem Zustand des Bodens abhängig. Es ist zweckmäßig, grünes Kartoffelkraut 1 bis 2 Tage vor der Kartoffelernte abzumähen und zu Silozwecken zu verwenden. Ist jedoch die Krautmenge so groß, daß sie zu Futterzwecken nicht verwertet werden kann, so kann man es mit dem Krautzerstücker vernichten.

Die Kombi muß imstande sein, bei zwei äußersten Zuständen des schweren Bodens zu arbeiten. Bei hohem Feuchtigkeitsgehalt des Lehmbodens können die heutigen Trennungsteile des Elevatorentyps den Boden nicht sieben. In einem regnerischen Herbst kann der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens bis zur vollen Kapazität steigen. Bei niedrigem Feuchtigkeitsgehalt dagegen bildet der Boden beim Kartoffelheben Klumpen und tritt in dieser Form in die Maschine.

Von den Scharen der heutigen Maschinen werden beim Durchpflügen der Kartoffelfurchkämme bis 200 kg/s Boden erfaßt. Diese Masse besteht nicht unter 98% aus Erde. Um die Bodenmenge, die in die Maschine gebracht wird, zu vermindern, muß man die Arbeitsbreite der Schare verkleinern.

In diesem Zusammenhange ist es zweckmäßig, daß bei zweireihigen Kombi die Schare die von ihnen gehobene Masse getrennt befördern. Durch spezielle Meßgeräte ist 1951 festgestellt worden, daß bei einem Ertrage von 526 dz/ha die durchschnittliche Breite der Kartoffelnester 24 cm, die maximale 34 cm beträgt. Beim Pflanzen mit der Maschine werden die Saatkollen so untergebracht, daß die Zentren der Kartoffelnester eine gerade Linie bilden. Darauf folgt, daß man beim Vorhandensein eines lenkbaren Vorderteils die Arbeitsbreite des Schars auf 40 cm herabsetzen kann. Für Kombi sind konkave (gehöhlte) Schare aussichtsreicher als flache, da sie infolge ihrer leichten Krümmung weniger Erde (besonders auf kammfreien Böden) in die Maschine bringen und sie selbst nicht verkleben. Auf Feldern mit Kamnfurchen verringern solche Schare den seitlichen Knollenverlust. Schließlich vermindern sie das Verstopfen mit Kraut, und zwar dank ihrer günstigeren Befestigungskonstruktion, die es außerdem erleichtert, die Masse zu zerteilen.

Die Auswahl der geeigneten Vorrichtung für das Sieben eines feuchten, schweren Bodens ist die wichtigste Aufgabe bei der Konstruktion einer Kombi. Die Durchsiefähigkeit dieses

Arbeitsteils muß bis 100 kg/s für jede Reihe betragen, während der heutige Stabelevator nicht einmal 40% der erforderlichen Belastung durchläßt. Es ist wünschenswert, die Verwendbarkeit des siebenden und besonders halbschwingenden Separators zu studieren. Es ist augenscheinlich, daß ein Sieb mit Öffnungen eine größere Durchsiefähigkeit hat als ein Sieb mit runden Löchern. Die unbefriedigende Durchsiefähigkeit des Siebmodells des WISChOM<sup>3)</sup> erklärt sich durch mißlungene Auswahl des Siebes.

Bei der Arbeit der Kombi auf trockenen, scholligen Böden hängt die Zerstörung der Klumpen ebenfalls von der Arbeitsfähigkeit des Separators ab. Die Überlastung der Walzen setzt ihre Leistungsfähigkeit stark herab. Die Klumpen zerfallen nicht in feine Teile, wenn sie sich auf der Stelle, wo sie zerstört werden, berühren.

Durch zweijährige Beobachtungen wurde festgestellt, daß in großen Erdklumpen keine Kartoffelknollen eingeschlossen sind. Daher ist die Zerstörung großer Bodenschollen nicht unerlässlich, es ist zweckmäßiger, sie mit einem groben Sieb unmittelbar nach der Arbeit der Schare abzutrennen und auf den Acker zu werfen.

Solche Abtrennung großer Schollen zu Beginn der Arbeit entlastet die Arbeit der Separatoren und der Klumpenzerdrücker. Außerdem ist es unnützlich, für das Heben und Zerstören der Schollen Kraft zu verschwenden. Die Kombi muß in die Körbe oder in den Bunker reine Kartoffeln bringen.

Die Vorzüge des Verladens der Kartoffeln in Körbe bestehen in einer Vereinfachung der Kombikonstruktion und in einer verhältnismäßigen Verringerung von Beschädigungen der Knollen. Das letzte kommt daher, daß man die Möglichkeit hat, die Körbe ohne Umschüttung und nach dem Aufsammeln der auf dem Acker liegegebliebenen Kartoffeln abzutransportieren. Ein weiterer Vorzug besteht darin, daß die Arbeit der Maschine von dem Abtransport der Kartoffeln unabhängig ist. Der Nachteil dieses Verfahrens besteht wiederum darin, daß durch die Beschaffung von Körben (Säcken) für die Wirtschaft besondere Aufwendungen entstehen.

Bei der Zusammenfassung des Dargelegten muß festgestellt werden, daß bei der Kartoffelernte mit der Kombi einfachere Maschinen notwendig sind, um vorher das Kraut für Silozwecke abzurnten oder durch Zerschneiden zu vernichten.

Das Konstruktionsschema einer Kartoffelerntekombi muß folgende Arbeitsteile enthalten:

1. Konkave Schare mit einer Arbeitsbreite von 40 cm;
2. einen Bodenseparator mit hoher Durchsiefähigkeit für schweren Boden bei einem Feuchtigkeitsgehalt, der bis zur vollen Wasserkapazität reicht; einen zusätzlichen auswechselbaren Separator zum Abtrennen von Erdschollen (die größer als die Kartoffelknollen sind) und einen vorrätigen Querförderer zum Fortwerfen der Schollen;
3. Walzen zum Zerdrücken der Klumpen;
4. einen zweiten Separator für die Erde;
5. einen Arbeitsteil zum Abreißen der Knollen vom Kraut und zum Entfernen der Krautteile;
6. eine Vorrichtung zum Entfernen von Steinen und sonstigen Beimengungen;
7. eine Vorrichtung zum Sammeln der Kartoffelknollen in Körbe (Säcke) oder in den Bunker.

AÜ 1055

Сельхозмашина (Landwirtschaftliche Maschinen) Москва (1951) Nr. 6 S. 8 u. 9.

### Erster Landtechnischer Kongreß in der Deutschen Demokratischen Republik in Leipzig am 27. und 28. Januar 1953

Die „Deutsche Agrartechnik“ bringt in ihrem nächsten Heft einen ausführlichen Bericht über den Verlauf und das Ergebnis dieser arbeitsreichen Tagung, die unsere Landtechnik in ihrer weiteren Entwicklung kräftig vorantreiben wird.

Gleichzeitig wird auch mit dem Abdruck aller Referate begonnen werden, die während des Kongresses gehalten worden sind. Unsere Kollegen Traktoristen werden darin sehr viel Material für ihre weitere technische Qualifizierung finden, aber auch für unsere Konstrukteure bringen sie viele neue Anregungen.

AZ 1104