

leichteren und mittleren Böden bestimmt. Für schwere Böden sind sie weniger geeignet, weil sie durch Abschneiden eines Bodenstreifens mit dem Querschnitt von etwa 1,5 dm<sup>2</sup> außer den Rüben Erdbeimengungen bis 700 t/ha auf die Reinigungsvorrichtung fördern. Der Anteil der Erde im Erntegut kann 40 bis 50 % betragen. Das am besten den agrotechnischen Anforderungen entsprechende Rodewerkzeug scheint ein schwingendes Polderschar mit Vibration in Längsrichtung zu sein. Durch ausreichende Maulweite und Selbstführen entspricht es besser als andere Rodeschare den Bedürfnissen von derzeitigen Anbauverfahren, d. h. bei verdünnter Einzelkornsaat und den damit verbundenen Abweichungen der Rüben von der Reihenlinie.

## Literatur

- [1] Brinkmann, W.: Verluste bei der Rübenernte. DLZ (1977) H. 8.
- [2] Davis, N. B.; Hearn, H. T.: The minimisation of crop losses associated with sugar beet harvesting. The Agricultural Engineer (1977) H. 1.
- [3] Stieger, W.: Neue Untersuchungen zur Arbeitsqualität. Die Zuckerrübe (1977) H. 1.
- [4] Mitkus, J.: Wstępne wyniki i wnioski z badań wzorców maszyn do zbioru buraków. IBMER Warszawa, Manuskript 1973.
- [5] Strooker, E.: Repport General de la Mecanisation a sucre en Europe et en Amerique du Nord. IIRB, Belgien, 1968.
- [6] Zprava o činnosti výzkumného ústavu zemědělské techniky, Praha-Repy 1976, 1977.
- [7] Hagno, H.: Badania maszyn do zbioru buraków. IBMER Warszawa, Manuskript 1973.

- [8] Orlikowski, P.: Badania ogławiaczy i kopaczek f-my Matrot oraz Herriau zawieszanych na ciągnikach 1204 i ładowacza f-my Matrot. IBMER Warszawa, Manuskript 1977.
- [9] Zuev, N. M.: Einfluß der Standraumverteilung der Pflanzen auf die Größe der Schonstreifenbreite. Mech. i elektr. soc. sel'sk. choz. (1972) H. 8.
- [10] Jankowski, F.; Lanča, J.: Zhodnočeni jakosti prace vyoracich teles sklížecu cukrovky. Zeměd. Technika (1964) H. 8.
- [11] Spiess, E.: Zuckerrübenschare und Maschinen-Typentabelle. Blätter für Landtechnik (1978) Nr. 138.
- [12] Pogorelyj, L. W.: Vergleichende Analyse und Tendenzen der Entwicklung von Rübenerntemaschinen. Traktory i sel'chozmaš. (1977) H. 10.

A 2464

# Der selbstfahrende Rübenrodelader KS-6 und seine Weiterentwicklung für die RGW-Länder

Kand. d. techn. Wiss. A. G. Cymbal/Kand. d. techn. Wiss. N. V. Tatjanko

Ukrainisches wissenschaftliches Forschungsinstitut für Landmaschinenbau (UkrNIISChOM) Charkov, UdSSR

Dipl.-Ing. V. G. Karpov, Landmaschinenkombinat Tarnopol, UdSSR

Dem Bau der sechsreihigen Maschinen für die getrennte Ernte von Zuckerrüben mit Verladung in nebenherfahrende Transporteinheiten ging eine verhältnismäßig lange Periode der Entwicklung der Zuckerrübenerntetechnik voraus, die von den einfachsten Geräten zur getrennten Ernte von Blatt und Rüben über Maschinen zur Einphasenernte nach dem Raupprinzip (z. B. dreireihige Anhängemaschine KSG-3 A aus der UdSSR) zu dreireihigen Maschinen für die Zweiphasenernte führte, wozu z. B. die Maschinen E 732, E 734 und E 765 (DDR) sowie 3-OSCh und 3-BCZ (ČSSR) gehören.

Ende der 60er Jahre betrug der Mechanisierungsgrad der Zuckerrübenernte durchschnittlich 80%. Der Arbeitsaufwand lag jedoch mit über 200 AKh/ha zu hoch. Der sinkende Arbeitskräftebesatz in der Landwirtschaft verlangte den Übergang zu prinzipiell neuen Maschinen mit wesentlich höheren Leistungen, die auch aus anderen Gründen notwendig waren. So herrscht im Hauptanbaugebiet für Zuckerrüben in der UdSSR Ende September und im Oktober regnerisches Wetter, dem der schnelle Einbruch des Winters folgt. Die Ernte mußte Ende August — vor der Reife der Zuckerrüben — beginnen, und folglich waren Rübenanbau und Zuckergehalt niedrig. Maschinen mit höherer Einsatzwirksamkeit führen deshalb unter diesen Bedingungen zum späteren Erntebeginn und zu höheren Erträgen.

Nach langjähriger wissenschaftlich-konstruktiver Prüfung in der UdSSR, in der DDR und in der ČSSR sowie in anderen Ländern gelangte man zu dem Schluß, daß die Möglichkeiten der weiteren Entwicklung der traditionellen Zuckerrübenerntemaschinen praktisch erschöpft sind. Darum begann man Ende der 60er Jahre in der UdSSR, in der DDR und in der ČSSR die Entwicklung von sechsreihigen selbstfahrenden Maschinen. Im Jahr 1968 wurden die Versuche der einzelnen Länder im Rahmen eines zwischenstaatlichen Abkommens über die weitere Entwicklung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Mechanisierung und Automatisierung der Landwirtschaft ver-

einigt. Schon im Jahr 1972 wurden die Versuchs- und Konstruktionsarbeiten beendet, und der selbstfahrende Zuckerrübenernter KS-6 und der Anhäng-Köpflader BM-6 konnten in die Serienproduktion übernommen werden. In der ČSSR wurde inzwischen der sechsreihige selbstfahrende Köpflader 6-OCS entwickelt. Die Fertigung des Rodeladers KS-6 erfolgt im Rahmen der internationalen Kooperation. Einige Baugruppen werden in der DDR hergestellt, die Signalanlage und einzelne Elemente der Hydraulik in der VR Bulgarien, ein Teil der Baugruppen entsteht in der UdSSR, die auch die gesamte Montage übernimmt.

Die neue Maschine hat eine bis zu 3,5fache Leistung im Vergleich zu den bisherigen Arbeitsmitteln. In einzelnen Fällen betrug die Leistung in 24 h 43 ha und die Kampagneleistung 600 ha.

Dank der zuverlässigen und qualitativ guten Arbeit auch bei höherem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wurden die Voraussetzungen geschaffen, die Ernte zu einem späteren Termin zu beginnen und in kürzerer Frist zu bewältigen. Dadurch vergrößert sich der Ertrag in der Hauptzone des Zuckerrübenanbaus in der UdSSR um 30 dt/ha. Gleichzeitig erhöht sich der Zuckergehalt um 1,3 bis 1,4%. Der gesamte Zuckerertrag kann auf 18 bis 20% vergrößert werden.

## Hauptaufgaben zur Verbesserung des Rodeladers KS-6

Die weitere Vervollkommnung des KS-6 soll in erster Linie im Hinblick auf die Erhöhung der Arbeitsqualität, auf die Verminderung der Beschädigungen und Verluste sowie auf die Verbesserung der Rübenreinigung erfolgen. Bei günstigen Bedingungen liegen diese Merkmale in den Grenzen der agrotechnischen Forderungen (Ernteverluste bis 1,5%, starke Beschädigungen bis 8%, Beimengungen bis 5%). Bei Beständen mit weniger günstigen Bedingungen verschlechtert sich die Arbeitsqualität der Maschine. Dieses Problem wird immer aktueller, weil der Anteil dieser Bestände entsprechend den zunehmenden handarbeitsarmen

Maßnahmen zur Bestandsbildung anwächst. Dabei vergrößern sich die Unregelmäßigkeit der Verteilung der Pflanzen in den Reihen und die der Rübengröße, auch die Verunkrautung des Feldes und die Abweichung der Rüben von der Mittellinie der Reihe nehmen zu. Den letzten Faktor beeinflusst stark die Qualität des Bodens.

Nach Untersuchungen des UkrNIISChOM Charkov nehmen die Beschädigungen und Wurzelverluste innerhalb der agrotechnisch zulässigen Grenzen von 3 cm proportional den Abweichungen von der Reihenmitte zu.

Wichtig sind auch die Aufgaben zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Fahrers: Lärm, Vibration und Staubzutritt zur Kabine sollen gesenkt werden; die Lenkung der Maschine ist zu vereinfachen und zu erleichtern. Die Konstrukteure beschäftigen sich mit der Erhöhung der Zuverlässigkeit und der Lebensdauer der Maschine, weil selbst kurzfristige Standzeiten in der Erntekampagne die Effektivität der Maschine stark vermindern.

Neben diesen allgemeinen Forderungen an die Verbesserung des KS-6 sollen für die Gesamtkonzeption der Maschine und ihrer einzelnen Arbeitsorgane spezifische Forderungen abgeleitet werden.

## Verbesserung der Gesamtkonzeption

Der KS-6 ist ein mit einem 110-kW-Motor ausgerüsteter selbstfahrender Rodelader mit hinterer Antriebs- und vorderer Lenkachse. Die Rodeorgane sind mit den Baugruppen zur Reinigung auf einem Rahmen montiert, der über ein Kugelgelenk mit dem Tragrahmen verbunden ist und sich auf dem Träger der vorderen Achse abstützt. Durch diese konstruktive Lösung werden das genaue Kopieren des Feldreliefs in Längs- und Querrichtung und eine genaue Führung der Rodeorgane in den Zuckerrübenreihen erreicht.

Am Träger der Vorderachse ist eine hydro-mechanische automatische Lenkung befestigt, die die Selbstführung der Maschine in den Zuckerrübenreihen bei Geschwindigkeiten bis 10 km/h garantiert. In der modernisierten Ma-

schine, KS-6 B, wird ein neuer Automat verwendet, der die Selbstführung bei Arbeitsgeschwindigkeiten von 11 bis 12 km/h ohne Verschlechterung der Lenkgenauigkeit gewährleistet. Die Handlenkung ist bei solchen Geschwindigkeiten ermüdend und garantiert nicht die notwendige Präzision.

Das stufenlos regulierbare Keilriemengetriebe mit dem dreistufigen Wechselgetriebe ermöglicht eine Geschwindigkeitsänderung von 1,1 bis 20 km/h. Im Rodelader KS-6 B wird anstelle des Keilriemengetriebes und der Kupplung ein hydrostatischer Fahrtrieb verwendet. Dadurch erhöht sich die Zuverlässigkeit der Maschine bedeutend, und die Arbeitsleistung vergrößert sich um mehr als 20%. Die Lenkung der Maschine wurde erleichtert und vereinfacht, die Wendigkeit verbesserte sich. Aus der Fahrerkabine ist eine gute Sicht auf die Zuckerrübenreihen und den Förderer zum Verladen der Hackfrüchte in die nebenherfahrenden Fahrzeuge gegeben.

Ein spezielles elektronisches System prüft die Arbeit von 13 Baugruppen der Maschine. Der Fahrer bekommt sofort akustische oder optische Signale, in welcher Baugruppe die Sicherheitsvorrichtung wegen Überlastung angesprochen hat. In der Maschine KS-6 B wird ein neues modernisiertes System verwendet. In der Zukunft wird eine automatische Anlage zum Ausschalten der Aggregate entwickelt werden. Für den Wechsel der Transportfahrzeuge bei fahrendem Rodelader gibt es Einrichtungen zum kurzfristigen Abschalten des Verladeförderers. Dabei sammeln sich die Rüben 20 bis 30 in einem Zwischenlagerbehälter.

#### Weiterentwicklung der Rodeorgane

Im Rodelader KS-6 werden zweischeibige Rodeorgane mit aktivem Antrieb einer Scheibe eingebaut. Die gegossenen Scheiben sind aus Stahl hoher Festigkeit, der Scheibenkranz ist glatt und hat eine scharfe Schneidekante. Prä-

zision beim Schärfen der Scheiben mindert den Bodenwiderstand und erleichtert ihr Eindringen in den Boden. Zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit und der Schärfe der Schneidkanten wird auf den Scheibenkranz Hartmetall aufgeschweißt. Zur Verbesserung der Abtrennung des Bodens von den Rüben enthalten die Scheiben breite Lücken. Zur Verminderung der Verluste bei der Arbeit auf trockenem Boden und bei kleinen Rübenkörpern werden in den Zwischenräumen neben den Hauptspeichen dünne Speichen eingeschraubt.

Die gesamten konstruktiven Lösungen und die Kenngrößen der Rodevorrichtung sichern einen zuverlässigen Arbeitsprozeß bei den verschiedenen Boden- und Witterungsverhältnissen. Aber es gibt noch eine Reihe nicht gelöster Probleme. Vor allem die nicht ausreichende Zuverlässigkeit der Rodescheiben bei der Arbeit auf steinhaltigen Böden erfordert neue Lösungen. In 2 Etappen wird vorgegangen: In der ersten Etappe werden die gegossenen Scheiben gegen gestanzte Scheiben aus Federstahlblech ausgewechselt. Die Zuverlässigkeit dieser Rodeorgane vergrößert sich bei steinigem Böden auf das 2,5- bis 3fache. Gegenwärtig wird die Serienproduktion der neuen Rodescheiben vorbereitet. In der zweiten Etappe ist vorgesehen, eine Sicherheitsvorrichtung zum Ausheben der Rodeschare aus dem Boden bei der Auffahrt auf große Steine zu entwickeln.

Eine andere wichtige Aufgabe, an deren Lösung jetzt die Landmaschinenkonstruktoren in der DDR und in der UdSSR arbeiten, ist die Verminderung der Beschädigungen und der Verluste von Rübenkörpern beim Rodeprozeß. Die Hauptursache der Verluste ist die große Unregelmäßigkeit der Rübengröße. Zur Verbesserung der Konstruktion der Rodeorgane wurde die Verwendung einer Kombination eines angetriebenen Roderades mit einem Schar unter den Bedingungen der UdSSR erprobt, wobei

gute Eignung nachgewiesen wurde. Als zweite Variante wird die Vergrößerung des Abstands zwischen den zwei Scheibenscharen geprüft. Durch die Vergrößerung der Erfassungszone der Rodeorgane wird die negative Einwirkung der Unregelmäßigkeit der Rübengröße und ihrer Abweichungen von der Reihenmitte gemindert. Perspektivisch sind die im UKRNIISCHOM Charkov durchgeführten Forschungen zum hydraulischen Antrieb der Rodescheiben, um deren Drehzahl in Abhängigkeit von den Arbeitsbedingungen stufenlos zu regulieren.

#### Neue Lösungen bei den Baugruppen zur Reinigung und zum Fördern

Das Reinigungssystem des Rodeladers KS-6 besteht aus einer Kombination von Schnecken großen Durchmessers mit unterschiedlichen Drehrichtungen. Das ermöglicht einen langen Reinigungsweg der Rüben, ohne die kompakte Konstruktion der Maschine zu beeinträchtigen. Zur Selbstreinigung beträgt das Verhältnis der Drehzahlen von zwei gekoppelten Schnecken 2:3 und das Verhältnis der Schneckensteigungen 3:2. Die Schneckenreinigung ist durch hohe Reinigungskapazität, Zuverlässigkeit und Nutzungsdauer charakterisiert. Der Schneckenreiniger hat aber auch einige Mängel: erhöhte Energieintensität bei der Arbeit auf feuchtem Boden und Verschlechterung der Trennfähigkeit. Zu ihrer Beseitigung wird erwogen, Kunststoff auf die Schnecken aufzutragen.

Die sekundäre Reinigung wird auf einer Rollensiebketten durchgeführt. Für die Arbeit auf trockenen Böden ist die Maschine mit einer Klutenzerkleinerungseinrichtung ausgerüstet. Die Arbeitsweise dieser Vorrichtung besteht darin, daß die Eingriffswinkel zwischen den Metallteilen der Zerkleinerungseinrichtung zu den Erdbrocken und den Rüben verschiedene Größen haben. Es gibt einen Bereich der Winkel, wo die Erdklumpen verklemmt und zerkleinert werden, die Rüben jedoch unbeschädigt bleiben. Da die Zerkleinerungseinrichtung zur Arbeit auf Steinböden nicht geeignet ist, kann sie ausgeschaltet werden. Die Rüben werden dann sofort zum Verladeelevators gefördert. Gelöst werden soll noch das Problem der Reinigung der Rüben von Blattresten, besonders bei der Arbeit auf stark verschmutzten Abschnitten.

#### Arbeitsplatz des Fahrers und Bedienelemente

Alle Bedienelemente des Rodeladers KS-6 sind mit hydraulischen Verstärkern ausgerüstet. Im Lenkantrieb wird ein hydraulischer Verstärker angewendet, der eine Kraftverminderung beim Lenken auf 10 bis 15 N gewährleistet. Besonders vereinfacht und verbessert gestaltete sich die Lenkung in der modernisierten Maschine KS-6 B durch die Verwendung eines Hydrauliktriebs im Lenkmechanismus. Es ist vorgesehen, das Lenkrad verstellbar zu gestalten. Zur Verminderung des Lärms und der Vibration werden auf dem Fahrerplatz Dämmvorrichtungen installiert.

Erfolgreiche technische Lösungen zur Zerkleinerung werden von der weiteren Zusammenarbeit der sozialistischen Länder auf diesem Gebiet bestimmt. Die gemeinsamen Erfahrungen bei Entwicklung, Produktion und Anwendung des Rodeladers KS-6 sind ein gutes Beispiel für die Effektivität einer rationellen Arbeitsteilung.

A 2465

Einsatz des selbstfahrenden sechsstufigen Rübenrodeladers KS-6 B in der AIV Querfurt, Bezirk Halle

(Foto: N. Hamke)

