

Bild 6. Kpflader E732



Bild 7. Rodelader E765

(Werkfotos)

satz, mit denen der Anteil von Kluten, also der Erdbesatz, stark vermindert werden konnte. Der Rodelader E765 (Bild 7), der mit einer Triebachse und mit einer Putzeinrichtung ausgerüstet war, wurde ab 1966 im VEB Weimar-Werk produziert [4].

Mit dem dreireihigen Erntesystem, bestehend aus dem Kpflader E732 und dem Rodelader E765, wurde ab 1969 die Zuckerrübenerte in der DDR voll mechanisiert.

Sechsstufiges Erntesystem mit Kpflader und Rodelader

Die mit der Bildung der Kooperativen Abteilungen Pflanzenproduktion (KAP) entstandenen Großflächen verlangten auch eine leistungsfähigere Erntetechnik für Zuckerrüben. Durch die Vergrößerung der Arbeitsbreite und die Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit konnten sechsstufige und selbstfahrende Erntemaschinen einer neuen Generation konzipiert werden. Notwendig war dazu die Entwicklung neuer Arbeitswerkzeuge, die für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten geeignet waren. Hervorzuheben ist hier die Ablösung des Rodeschares durch das Roderad als Rodeelement für Rodegeschwindigkeiten bis über 10 km/h. Die paarweise angeordneten Roderäder eignen sich besonders für trockene Bedingungen. Mit dem An-

trieb jeweils eines Roderades je Reihe wurde die Rodeeinrichtung komplizierter, aber auch unter feuchten Bedingungen einsetzbar. Nach der Erprobung der ersten Muster des neuen Rodeladers E770, der mit einem Rollenrost zur Reinigung der Rüben sowie mit einem modifizierten Schaltgetriebe des Traktors ZT300 und einer Fahrerkabine ausgerüstet war, wurde die in der Sowjetunion laufende Entwicklung des Rodeladers KS-6 mit der des E770 vereinigt und gemeinsam weitergeführt. Für die Reinigung der Rüben werden Siebwalzen eingesetzt. Der Fahrtrieb besteht aus einem Doppel-Keilriemen-Variator mit Dreigang-Schaltgetriebe.

In der arbeitsteiligen Produktion des Rodeladers KS-6 ab 1972 produziert der VEB Bodenbearbeitungsgeräte die Rodeeinrichtung, von der bis Ende 1987 über 47000 Exemplare geliefert wurden. Die Rodeeinrichtung ist damit zu einem Haupterzeugnis des Betriebs geworden.

Der zum Erntesystem gehörende sechsstufige selbstfahrende Kpflader wurde in der ČSSR entwickelt und wird dort seit 1974 produziert. Gegenwärtig wird der Kpflader SC1-03 importiert.

Zusammenfassung

Die parallel zur Bildung der LPG und der KAP

im VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig stattgefundenen Entwicklung von Erntemaschinen für Zuckerrüben wird skizziert. Sie führte vom zweiphasigen dreireihigen Erntesystem mit Längsschwadablage, bestehend aus dem Längsschwadkpflader und den Auflagern für Rübenkraut und Rüben, über das zweiphasige dreireihige Erntesystem, bestehend aus gezogenem Kpflader und gezogenem Rodelader, zum zweiphasigen sechsstufigen Erntesystem, bestehend aus selbstfahrendem Kpflader und selbstfahrendem Rodelader. Die zu den Erntesystemen gehörenden Maschinen und deren wichtigste Arbeitselemente werden erläutert.

Literatur

- [1] Kretzschmar, H.: Die Rübenvollerntemaschine E710. Dt. Agrartechnik, Berlin 8 (1958) 9, S. 387-390.
- [2] Kretzschmar, H.: Der Wagenkoproder E710/4 und die Zusatzeinrichtung E723 zum Längsschwadkoproder E710. Dt. Agrartechnik, Berlin 12 (1962) 9, S. 430-432.
- [3] Uhlmann, S.: Einige Ergebnisse aus der Erprobung des Wagenkoproders E710/4. Dt. Agrartechnik, Berlin 12 (1962) 9, S. 432-434.
- [4] Herrmann, H.: Der Rodelader E765. Dt. Agrartechnik, Berlin 17 (1967) 9, S. 429-432.

A 5230

Effektive Gestaltung und Herstellung von Roderädern

Ing. G. Haack, KDT/Ing. W. Scherdin, KDT, VEB Bodenbearbeitungsgeräte „Karl Marx“ Leipzig

1. Anforderungen an die Rodewerkzeuge

Für den selbstfahrenden Rübenodelader KS-6-B wurden als Arbeitselemente zum Roden 6 Werkzeuge mit paarweise angeordneten Roderädern (jeweils ein aktives, angetriebenes und ein passives) vorgesehen (Bild 1). Der Rübedurchsatz dieser 6 Rodewerkzeuge betrug für die Arbeitsgeschwindigkeit von 10 km/h maximal 30 kg/s.

Roderäder wurden deshalb als Rodewerkzeug ausgewählt, weil sich durch Eigenversuche und internationale Informationen bestätigt hatte, daß sie eine Reihe von wesentli-

chen Vorteilen gegenüber den herkömmlichen Rodewerkzeugen der bisherigen Technik haben:

- Die Roderäder zeigen eine gute Hubcharakteristik, indem die Rüben ohne große Biegebeanspruchung fast senkrecht aus dem Boden gezogen werden.
- Durch den einseitigen Radantrieb werden die Einsatzgrenzen erweitert, die Zugkraft und die Vertikalbelastung verringert und die Absiebung verbessert.
- Durch den Rolleffekt sind die Roderäder gegenüber Blattresten, Unkraut und teil-

weise Steinen fast unempfindlich geworden.

- Durch die Größe der Roderäder wird eine günstige Übergabehöhe der Rüben zu den folgenden Reinigungseinrichtungen erreicht.
- Die Roderäder ermöglichen eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit. Ihre volle Funktionstüchtigkeit ist im Arbeitsbereich von 3 bis 12 km/h vorhanden.

Für die volle Ausschöpfung dieser Vorteile und die Erreichung einer guten Arbeitsqualität sind die richtig gewählte Radeinstellung

und Arbeitstiefe sowie eine gute Drillararbeit und ein genaues Ansteuern der Rüben von ausschlaggebender Bedeutung. Die Entscheidung für das Roderad bedeutete ein für die DDR konstruktiv völlig neues, hochproduktives Rodewerkzeug. International war bisher bekannt, daß in den USA bereits in großem Umfang Roderäder in der Größenordnung von 28 Zoll ($\cong 711$ mm), weiter 750 mm und sogar 850 mm zum Einsatz kamen. Für Versuchszwecke wurden vereinzelt in der UdSSR und in der VR Polen Roderäder mit den Raddurchmessern von 710, 750 und 800 mm gewählt. In der ČSSR wurden geteilte Roderäder mit einem Raddurchmesser von 650 mm verwendet, wobei teilweise auch ein einseitiger Roderadtrieb vorhanden war. Der horizontale Öffnungswinkel betrug bei fast allen Ausführungen konstant $22^{\circ}40'$, wogegen die Vertikalwinkel unterschiedlich waren.

Die Unterschiedlichkeit der Roderadgestaltung basiert vorwiegend auf der Anpassung an die üblichen Rübenreihen. So hatten vor allem die Rübenreihen in den USA einen größeren Abstand als den in der DDR festgelegten Reihenabstand von 450 mm. Ein größerer Reihenabstand bietet nicht nur Vorteile für die optimale Roderadgestaltung, sondern auch für den Service und die Roderadlenkung. Um annähernd optimale Anstellwinkel der Roderäder für gute Rodeergebnisse entsprechend dem engen Reihenabstand und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Rübenträge zu erzielen, wurde der Roderaddurchmesser in Abstimmung mit der UdSSR auf 680 mm festgelegt.

Mit der Größe des Roderades wurde nicht nur eine günstige Rübenabgabehöhe geschaffen, sondern auch eine hohe Bodenfreiheit der Reinigungselemente gegenüber dem Erdboden erreicht. Eine gute Bodenfreiheit trägt wesentlich dazu bei, eine durch Blatt- und Unkrautreste verursachte unerwünschte Staubbildung zu senken und dadurch die Maschine in diesem Bereich sehr funktionssicher zu betreiben.

2. Konstruktive Gestaltung

Für die konstruktive Gestaltung des Roderades bzw. des Roderadpaares waren folgende Anforderungen von ausschlaggebender Bedeutung:

- Sicherung einer hohen Absiebfähigkeit während des Heraushebens der Rübe aus dem Boden und Übergabe auf die Schneckenreinigung
- Stabilisierung des Roderades gegenüber der hohen dynamischen Belastung

- Schaffung eines günstigen Verschleißverhaltens
- Schaffung von günstigen Bedingungen für die serienmäßige Herstellung des Roderades.

Abgeleitet aus diesen Anforderungen wurde ein Rodewerkzeug entwickelt, das folgende Details umfaßt:

Passives Roderad

Das passive Roderad (Raddurchmesser 680 mm) aus hochwertigem Stahlluß ist ein Speichenrad und besteht aus Befestigungsring, Radspeichen und Radkranz. Der Radkranz hat eine entsprechende Breite und ist am Kranzauslauf mit einer Schneide versehen, um zur Gewährleistung der Arbeitstiefe ein leichteres Eindringen des Roderades in den Erdboden zu ermöglichen und gegenüber Blattresten eine schneidende Wirkung zu erzielen. Der Schneidwinkel beträgt 20° .

Auf der entgegengesetzten Seite des Kranzes befinden sich entsprechende Aufnahmen für die zusätzliche Montage von Radspeichen. Der Radkranzquerschnitt ist nicht gleichförmig und hat etwa die Form eines spitzwinkligen Dreiecks. Die zwischen den Radspeichen entstandenen 9 Öffnungen – auch Fenster genannt – sind funktionsbedingt und haben die Aufgabe, einen Teil der beim Rodevorgang aufgenommenen Erde seitlich aus dem Rodewerkzeug austreten zu lassen. Die Ausbildung der Radspeichen, die etwa einer maximalen dynamischen Vertikalbelastung von 4 t standhalten müssen, gab den Ausschlag für die Gestaltung der Fenstergröße. Durch den Befestigungsring wird die Montage des Rades mit der Achsnabe ermöglicht.

Aktives Roderad

Das aktive Roderad ist in seiner Ausführung ein passives Roderad, das sich jedoch funktionsmäßig von ihm dadurch unterscheidet, daß es nicht vom Erdboden her, sondern mit Hilfe der Maschinenenergie angetrieben wird. Das aktive Roderad läuft mit einer konstanten Drehzahl von 90 U/min und erzeugt somit gegenüber der Fahrgeschwindigkeit einen Radvorlauf. Damit werden eine Erweiterung der Einsatzgrenze, eine Senkung von Zugkraft und Vertikallast sowie eine Verbesserung der Erdabsiebung erreicht. Bei einer Arbeitsgeschwindigkeit von 8 km/h beträgt das Vorlaufverhältnis $i = 1:1,44$. Bei einer Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit wird der Vorlauf größer und bei Erhöhung kleiner. Das Optimum beträgt etwa $i = 1:3$,

wurde aber aus ökonomischen Gründen nicht allseitig verwirklicht.

Winkelzuordnung der Roderäder

Der Rodeeffekt wird im wesentlichen durch die Anordnung von je einem passiven und einem aktiven Roderad auf Achsen, die unter einem bestimmten Winkel angestellt sind, erreicht. Die Winkeleinstellung des Roderadpaares ist z. Z. konstant und erfordert unter Berücksichtigung der vielen Einflußfaktoren eine hohe präzise Auslegung zur Erreichung einer optimalen Rodeleistung:

- Horizontalwinkel $21^{\circ}36'$
 - Vertikalwinkel $21^{\circ}06'$
 - maximaler Öffnungswinkel $29^{\circ}24'$ (bildet sich unter 42° von der Bodenoberfläche).
- Die Spaltbreite an der engsten Stelle der Roderäder beträgt 30 bis 45 mm und ist einstellbar (Bild 2).

Senkung des Verschleißes am Roderad

Eine Verbesserung des Verschleißverhaltens am Roderad wird durch Auftragschweißen (induktives Erwärmen und Aufbringen einer speziellen Legierung) erreicht. Die an der Schneide des Roderades aufgetragene Schicht hat eine Dicke von 1,5 mm und eine Breite von rd. 25 mm. Das Auftragspulver besteht aus 3 Komponenten:

- 42% MPA 564

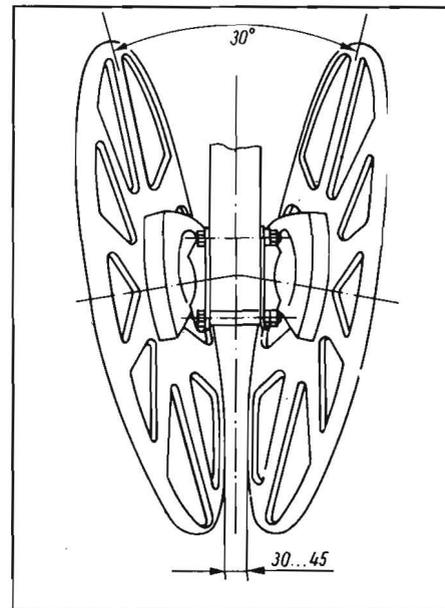


Bild 2. Winkelzuordnung der Roderäder

Bild 1. Rodebaugruppe des Rübenrodeladers KS-6B

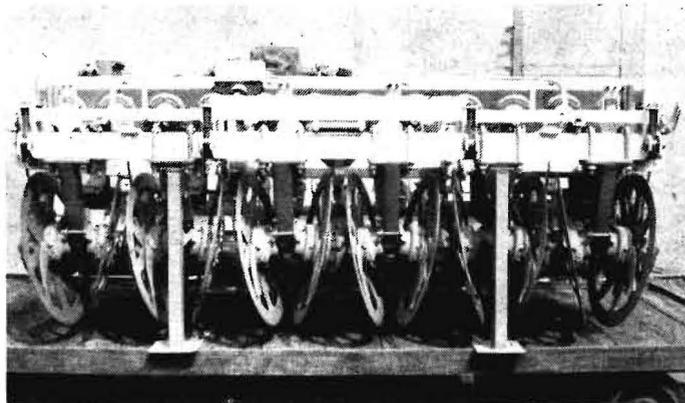
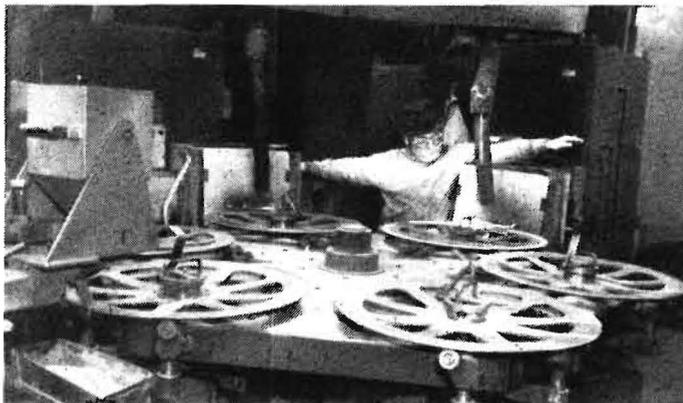


Bild 3. Auftragschweißanlage mit 2 Induktoren und motorisch getriebenem 3-Stationen-Rundscharltisch



- 40% FeCrSi 10
- 18% Spezialflußmittel.

Mit diesem Verfahren wird eine Härte der Auftragschicht von durchschnittlich 48 HRC erreicht. Die Legierung wird bei einer Temperatur von maximal 1100°C durch spezielle Anlagen aufgebracht. Verfahren und Anlagen wurden in Gemeinschaftsarbeit zwischen dem VEB BBG „Karl Marx“ Leipzig, dem VEB Steremat „Hermann Schlimme“ Berlin und dem Betriebsteil Automatisierungstechnik Leipzig des Kombinats Fortschritt Landmaschinen entwickelt, gefertigt und in die Produktion übergeleitet (Bild 3).

Durch die Ausführung der Roderäder mit Auftragschicht wird ihre Standzeit wesentlich erhöht. Da die Schicht nur einseitig aufgebracht wird, entsteht am Roderad ein gewollter Selbstschärfeffekt.

3. Weiterentwicklung des gegossenen Roderades zum Blechroderad

Um noch besser und allseitig den agrotechnischen Forderungen zu entsprechen, wurde das Gußroderad durch ein Blechroderad ersetzt. Für diese Weiterentwicklung, an der auch Spezialisten der UdSSR mitgewirkt haben, sind mehrere Gründe anzuführen. Das Blechroderad ist gegenüber dem Gußroderad flexibler, hat eine geringere Masse, dringt leichter in den Boden ein und wirkt somit energiereduzierend und ist servicefreundlicher. Die Austauschbarkeit des Gußroderades gegen ein Blechroderad ist durch die konstruktive Gestaltung möglich. Durch neue Profilierung und Querschnittsgestaltung wurde erreicht, daß das Blechroderad, das aus hochwertigem Federstahl hergestellt ist, ein höheres Elastizitätsverhalten gegenüber der Gußradausführung aufweist. Diese Federwirkung wird bei der Radgestaltung genutzt, um die beim Rodevorgang vereinzelt aufgenommenen Fremdkörper, wie z. B. Steine, selbsttätig entfernen zu können, ohne daß eine Verformung des Rades eintritt.

In Versuchen wurden Blechdicken von 8, 10 und 12 mm eingesetzt, wobei die Formen der Radscheiben teilweise glatt, aber vorwiegend nach außen gewölbt ausgeführt waren. Dabei zeigte sich, daß die Rodefunktion mehr oder weniger mit allen Blechdicken gegeben war, jedoch bezüglich der notwendigen Radstabilität erst ab 10 mm verwertbare Ergebnisse erreicht wurden.

Zur notwendigen Stabilisierung des Blechroderades in seinem Mittel- und Nabenbereich wurde ein kombinierter Stütz- und Verstellring geschaffen (Bild 4). Der Stützring hat die

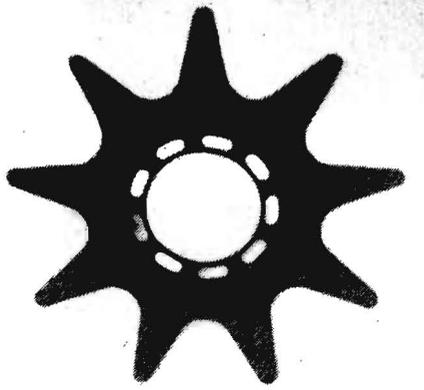


Bild 4. Stützring

Aufgabe, das Rad zu stabilisieren und bei Drehung gegenüber dem Blechroderad durch Verdecken oder Öffnen der Fensterquerschnitte die Erdabsiebung zu regulieren.

Der Radkranz des Blechroderades ist breit und in seiner Arbeitsstellung den Rüben angepaßt ausgeführt, womit gleichzeitig eine gute Führung der Rüben beim Rodevorgang erzielt wird. In seinem Querschnitt ist der Radkranz gleichbleibend schmal und lang, wodurch eine Erhöhung der Aussonderungsgrenze und eine Senkung der funktionsbedingten Vertikallast möglich werden. Durch diese Radkranzgestaltung wurde ein besseres Eindringen der Blechroderäder in den Erdboden erreicht. Aus Festigkeits- und Funktionsgründen wurde das Blechroderad in seinem Mittelteil mit einer nach außen zeigenden Radwölbung ausgeführt. Dadurch wird außerdem eine vorteilhafte Vergrößerung des Freiraumes zwischen den Blechroderädern erreicht.

4. Herstellung der Roderäder

Bis zum Jahr 1980 erfolgte die Herstellung der Roderäder aus Stahlguß. Dabei wurde nach anfänglich sehr hohen Aufwänden an Zerspanungskapazität die Fertigung so spezialisiert, daß die Schneide durch Kaltverformung auf einer Walzanlage hergestellt wurde. Das war eine wesentliche Rationalisierungsmaßnahme, die den Betrieb in die Lage versetzte, die konzipierten Stückzahlen für Serie und Ersatzteile zu sichern. Die ursprünglich festgelegten Fertigungszeitaufwände konnten beträchtlich gesenkt werden.

Mit der Einführung des Blechroderades ab

1980 in der Güte 50 SiMn 7 wurde eine wesentlich höhere Standzeit in Abhängigkeit von den Bodenbedingungen im Vergleich zum Gußroderad erreicht. Der hohe Stand der Fertigungstechnik der Gußroderäder erforderte jedoch gesonderte Überlegungen für eine ökonomische Herstellung der Blechroderäder.

Durch den Aufbau einer neuen durchgängigen Produktionslinie und die Einbeziehung moderner ökonomischer und technischer Verfahren wurde es möglich, die erforderlichen 60000 Roderäder je Jahr herzustellen. Als optimale Variante des Zuschnitts der Blechroderäder wird z. B. das Gasbrennschneiden auf elektronisch gesteuerten Kreuzwagenbrennschneidemaschinen genutzt (Bild 5). Gemeinsam mit dem ZIS Halle wurden die Voraussetzungen für das 6-Brenner-System geschaffen. Jeder Brenner ist mit einem Höhensensor ausgelegt, der den jeweiligen Abstand zur Blechtafel garantiert. Diese Höhenautomatik hat sich unter Produktionsbedingungen bewährt. Zur Gewährleistung einer kostengünstigen und stabilen Versorgung mit Betriebsstoffen wurde die Versorgung mit Erdgas und Flüssigsauerstoff aus Ringleitungen konzipiert. Als Schneidgas wird Importerdgas verwendet, und für Sauerstoff ist eine entsprechende Kaltverdampferanlage OVA 300-1,6 vom VEB Kältetechnik Niedersachsen im Einsatz.

Der Radkranz des Blechroderades wird ebenfalls wie beim Gußroderad durch Walzen verformt, aber im Unterschied zum Gußroderad ist hier nur ein Warmwalzen der Schneide möglich.

Die Fertigung der Blechroderäder umfaßt folgende Arbeitsschritte:

- Erwärmen der Blechroderäder
- Warmwalzen der Schneiden
- Warmlochen der Befestigungslöcher
- Auftragschweißen
- Formnachdrücken
- Warmlochen
- nochmaliges Formnachdrücken.

Mit dieser Technologie konnten erhebliche Einsparungen an Energie (Erdgas, Elektroenergie) durch Zusammenfassen von Arbeitsschritten erreicht werden. Weiterhin wurde die spanende Formgebung durch die spanlose abgelöst.

Mit den angeführten sehr effektiven Technologien konnten bisher im VEB BBG „Karl Marx“ Leipzig 1002000 Gußroderäder und 325000 Blechroderäder produziert werden.

A 5252

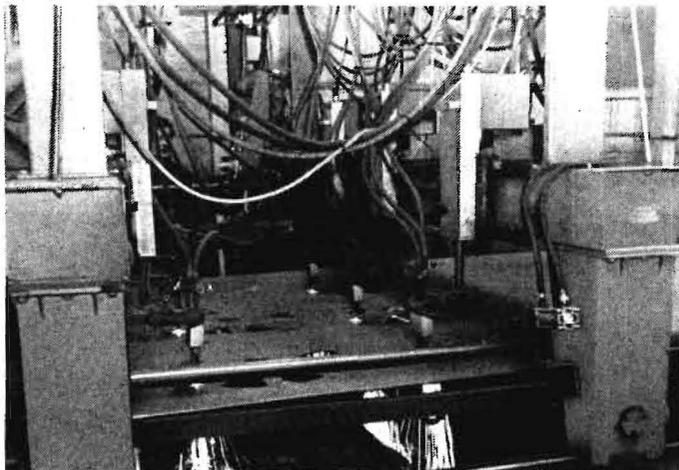


Bild 5
Gasbrennschneideanlage
zum gleichzeitigen
Ausbrennen von
6 Blechroderädern

Hinweis

Im Juniheft bringt die „agrar-technik“ einige Beiträge zur Anwendung der Computertechnik.

Sichern Sie sich durch ein Abonnement den regelmäßigen Bezug Ihrer Fachzeitschrift!