

Stand der Mechanisierung industriemäßiger Verfahren der Speise- und Pflanzkartoffelproduktion

Obering. O. Bostelmann, KDT

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

Die kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung mit Speisekartoffeln in hoher Qualität ist eine Forderung von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Gegenwärtig wird diese Forderung noch nicht voll erfüllt. Die Lösung der anstehenden Aufgaben kann nur im komplexen Zusammenwirken von Züchtung, Agrotechnik, Pflanzenschutz und Mechanisierung erfüllt werden und erfordert große Anstrengungen.

Vor der Mechanisierungsforschung stand und steht die Aufgabe, ein durchgängiges Maschinensystem zu schaffen, das von der Bestellung und Pflege über die Ernte bis zur Aufbereitung den Forderungen der industriemäßigen Produktion gerecht wird.

Die konkreten Aufgaben für die Forschung und Entwicklung sind in der „Direktive zur Verbesserung der Qualität und zur Erhöhung der Hektarerträge bei Speisekartoffeln“ vom 30. Mai 1972 enthalten. Dazu gehört die Bereitstellung von

- Kartoffellegemaschinen, die weniger als 5% Fehlstellen und weniger als 2% Beschädigungen bei fraktioniertem Pflanzgut verursachen
- Erntemaschinen mit geringerem Materialeinsatz, Anwendung des Baukastenprinzips und Senkung der Knollenbeschädigungen auf weniger als 4 Masse-%
- Maschinen zur Aufbereitung und Einlagerung, die in der Leistung auf die Erntetechnik abgestimmt sind, Knollenbeschädigungen unter 3 Masse-% verursachen und die Knolleninfektion entscheidend vermindern.

2. Stand der Entwicklung des Maschinensystems

Auf der Grundlage von Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den vergangenen Jahren werden als Teile des neuen Maschinensystems der Rodelader E 684, der Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720 und die automatische Trennanlage E 691 produziert [1] [2] [3] [4]. Die Einführung in die Landwirtschaft hat begonnen.

Die staatliche Prüfung für eine Legemaschine aus der ČSSR unter der Typenbezeichnung 6-SaD-75 wurde abgeschlossen [5]. Die Einführung dieser Maschine steht bevor.

Da die Untersuchungen über das automatische Legen vorgekeimter Kartoffeln in der ČSSR noch nicht abgeschlossen sind, hat das Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz als Zwischenlösung eine halbmechanische Legemaschine für vorgekeimte Kartoffeln entwickelt [6].

Zur Komplettierung des Maschinensystems sind erforderlich:

- Annahmedosierer zur schonenden Übernahme der Kartoffeln von den Transportfahrzeugen mit automatischer Regelung für Durchsätze bis 50 t/h_T
- Einrichtung zur Zerkleinerung und Absiebung von Erdkluten bzw. zur Abscheidung von Steinen aus den Untergrößen, die wegen der Verladung von stückigen Beimengungen

>25 mm beim Rodelader in der Linie zur Behandlung der Abgänge eingesetzt werden muß

- Einlagerungsgerät und Teleskopförderer für eine Einlagerungsleistung von 100 t/h_T.

3. Einordnung der Maschinen in das Maschinensystem und technische Parameter

Die Legemaschine 6-SaD-75 besitzt einen Vorratsbehälter für 3 bis 4 t Pflanzgut. In Abhängigkeit vom eingestellten Legeabstand und von der Pflanzkartoffelgröße kann damit eine Strecke von 1,5 bis 4 km belegt werden [5]. Die Pflanzabstände sind in den Bereichen von 20 bis 29 cm und 26 bis 39 cm variierbar, so daß 34 000 bis 66 000 Pflanzstellen je ha erreicht werden. Eine gleichmäßige Tiefenlage der Kartoffeln wird durch pendelnd aufgehängte Furchenzieher mit bodenkopierenden Gleitplatten erreicht.

Die Forderungen an die Fehllagen werden nur bei der Fraktionsgröße von 30 bis 40 mm erfüllt. Die Knollenbeschädigungen liegen unter 1 Masse-%.

Die Maschine erreicht in der Normzeit eine Flächenleistung von 1,4 ha/h. Zur Versorgung der Maschine werden 5,5 min/ha benötigt.

Durch die halbmechanische Pflanzmaschine für vorgekeimte Kartoffeln kann der Intensivierungsfaktor Vorkeimung unter den Bedingungen der industriemäßigen Kartoffelproduktion verstärkt genutzt werden [6].

Die Maschine ist am Traktor MTS-52 aufsetzbar. Die hydraulisch angetriebene Plattform kann in ihrem Vorratsbehälter max. 3,5 t Pflanzgut aufnehmen. Der Legemechanismus besteht aus einem umlaufenden Stollengurt, dessen Fächer durch mitfahrende Personen mit Pflanzgut zu belegen sind.

Die Legefrequenz ist von der Griffleistung einer Arbeitskraft abhängig und beträgt 110 bis 120 Knollen/min. Bei einem Legeabstand von 25 cm werden 75,5% aller Knollen richtig

gelegt. Demgegenüber beträgt der in der Agrotechnischen Forderung aufgeführte Wert 60%. In einer 8-Stunden-Schicht können mit dieser Maschine 3,5 bis 4 ha bepflanzt werden. Durch den Rodelader E 684 und die automatische Trennanlage E 691 werden die bisher auf dem Feld meist durch Handarbeitskräfte ausgeführten Trennprozesse in den stationären Bereich der Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlagen (ALV-Anlagen) verlagert. Daraus ergeben sich folgende Vorteile:

- Steigerung der Arbeitsproduktivität und Verbesserung der Arbeits- und Lebensbedingungen
- Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Maschinen an wechselnde Einsatzbedingungen
- geringere Störanfälligkeit und damit höhere Betriebssicherheit
- Einmannbedienung der Erntemaschine und bessere Eignung für den Schichteinsatz.

Die technische Gestaltung des Rodeladers ist einfach. Drei Kartoffelreihen werden durch Blattschare in Verbindung mit Scheibensechen aufgenommen. Die Erde wird über zwei Siebketten und das Kraut durch eine Einzugsvalze abgeschieden. Klutenballons zwischen der ersten und zweiten Siebkette zerstören teilweise die Erdkluten. Über einen Verladeelevators werden die Kartoffeln gemeinsam mit den stückigen Beimengungen auf das Transportfahrzeug übergeben.

Schlesinger und Ziems [7] haben in vorausgehenden Untersuchungen zur Rodeladerernte mit stationärer Beimengungsabscheidung festgestellt, daß eine Verladung von Erdkluten und Kartoffeln zu keiner signifikanten Zunahme der Knollenbeschädigungen führt und ein gemeinsames Verladen von Steinen und Knollen bis zu einem Steinanfall von 5 t/ha noch vertretbar ist.

Die Einführung des Rodeladers E 684 und der automatischen Trennanlage E 691 in die Landwirtschaft wurde gewissenhaft vorbereitet. Ab



Bild 1. Annahmedosierer mit Tasteinrichtung

1973 wurden Erprobungen in der KAP Burgwerben, Kreis Weißenfels, und in der LPG Pflanzenproduktion Cobbelsdorf, Kreis Roßlau, durchgeführt, die im Jahr 1976 auf 11 Betriebe mit insgesamt 18 Erntemaschinen und 20 automatischen Trennanlagen erweitert wurden. Dabei konnte nachgewiesen werden, daß in allen Fällen, wo die Einsatzgrenzen für den Rodelader eingehalten werden (vor allem hinsichtlich des Steinbesatzes), die Knollenbeschädigungen unter 4 Masse-% liegen.

Bei der *Annahme* der Kartoffeln von den Transportfahrzeugen entstehen hohe Knollenbeanspruchungen durch den großen Höhenunterschied bis 2000 mm zwischen Fahrzeuggritsche und Fördergurt des Annahmeförderers T 236.

Eine schonende Übernahme der Kartoffeln ist mit einem Annahmedosierer nach dem Prinzip „seitliches Abzugsband“ zu erreichen (Bild 1). Hier wird beim Kippvorgang zunächst ein Teil des auf dem Transportfahrzeug befindlichen Rodegutes durch Momententladung übergeben.

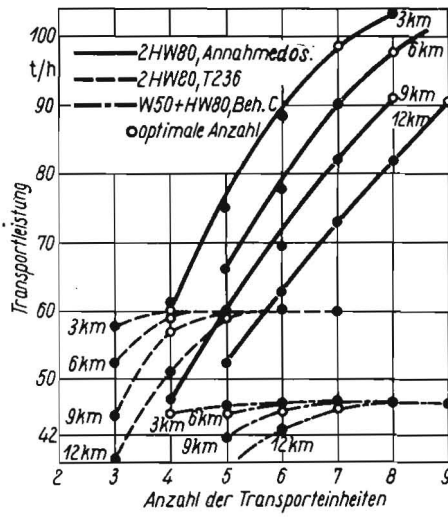


Bild 2. Transportleistung und Anzahl der Transporteinheiten bei unterschiedlicher Transportentfernung

Die gleichzeitige Bewegung des Erntegutes auf dem Fördergurt des Annahmedosierers bewirkt, daß der überwiegende Teil der Kartoffeln gleichmäßig von der angekippten Ladefläche des Transportfahrzeugs in den Annahmedosierer nachfließt [8]. Eine hohe Dosiergenauigkeit wird durch die Verstellung der Fördergeschwindigkeit während des Betriebs erreicht. Als Stellglieder werden hier Schichthöhentaster eingesetzt, die gegenüber einer Sollwerteneinstellung im Bereich von $40 \text{ t/h}_{T1} \pm 10 \text{ t/h}_{T1}$ bei sinkender Schichthöhe über Stellmotoren die Fördergeschwindigkeit regeln.

Bedingt durch die Technik der Annahme muß das Fahrzeug — im Gegensatz zur Momententladung beim Annahmeförderer T 236 — am Annahmedosierer bis zur Entleerung stehenbleiben. Dabei treten Standzeiten zwischen 6 min und 9 min auf. Untersuchungen mit einem Modell zur Transportsimulation haben ergeben [9], daß sich dadurch die Zahl der erforderlichen Transporteinheiten auf 7 bis 9 gegenüber 4 bis 5 beim Annahmeförderer

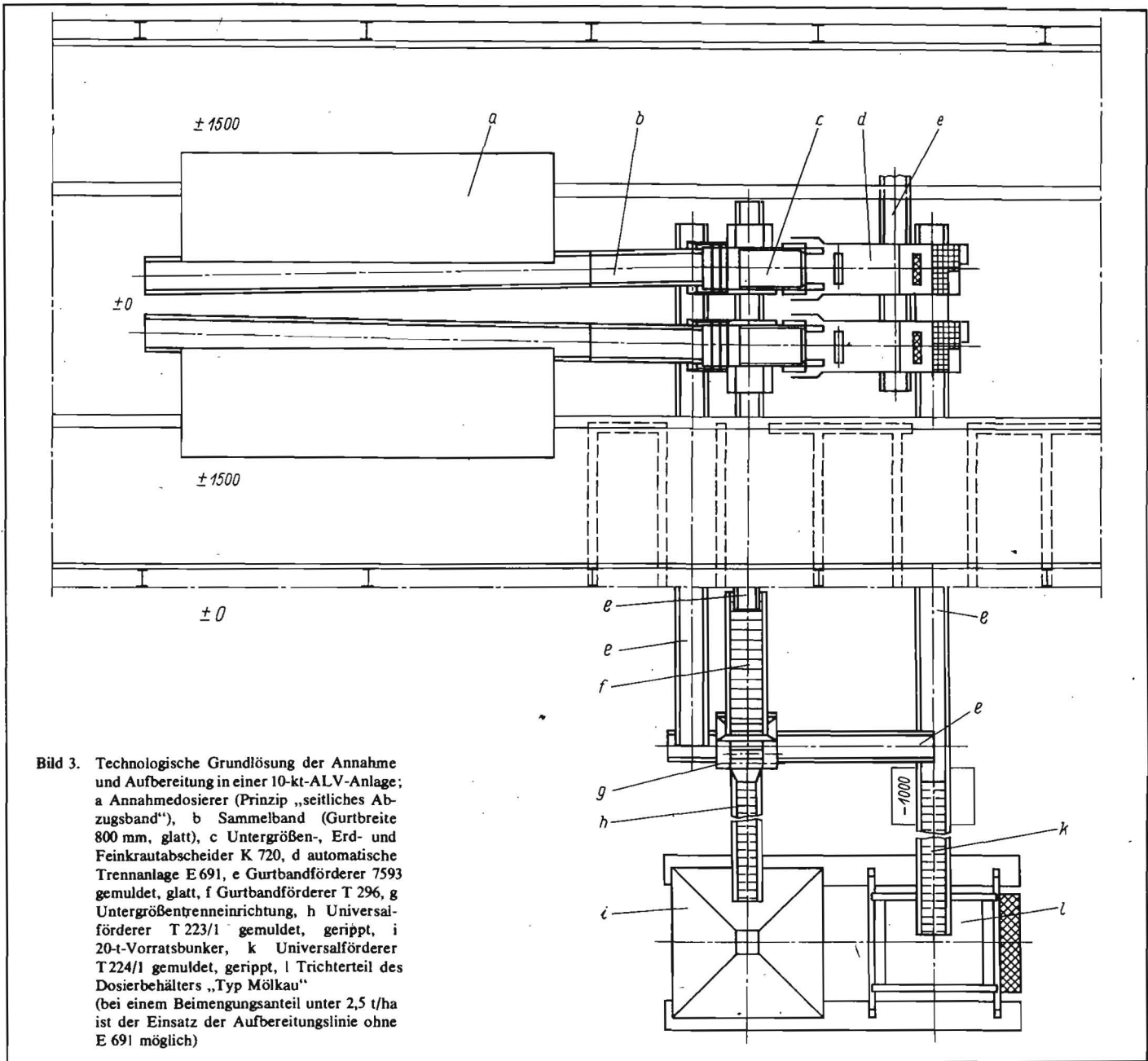


Bild 3. Technologische Grundlösung der Annahme und Aufbereitung in einer 10-kt-ALV-Anlage; a Annahmedosierer (Prinzip „seitliches Abzugsband“), b Sammelband (Gurtbreite 800 mm, glatt), c Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720, d automatische Trennanlage E 691, e Gurtbandförderer 7593 gemuldet, glatt, f Gurtbandförderer T 296, g Untergrößentrenneinrichtung, h Universalförderer T 223/1 gemuldet, gerippt, i 20-t-Vorratsbunker, k Universalförderer T 224/1 gemuldet, gerippt, l Trichterteil des Dosierbehälters „Typ Molkau“ (bei einem Beimengungsanteil unter 2,5 t/ha ist der Einsatz der Aufbereitungslinie ohne E 691 möglich)

Tafel 1. Vergleich zwischen Rodelader, Rodetrennlader und Rodeausleselader bei unterschiedlichen Einsatzbedingungen

Bedingungen	Erntemaschine	Verfahrenskosten	Arbeitszeitbedarf	Komplexeinsatz Flächenleistung	Anz. der Erntemaschinen
t/ha		M/t	AK · h/t	ha/h ₇₀₇	
Kluten 2,5	E 665 ¹⁾	41,50	4,0	2,1	7
	E 684 ²⁾	27,50	1,6	2,3	4
Steine 10,0	E 665 ¹⁾	58,10	4,8	2,1	10
	E 686 ²⁾	36,70	2,8	2,3	4
Kluten 12,5	E 665 ¹⁾	53,60	4,5	1,9	8
	E 684 ²⁾	49,30	3,6	2,1	6

1) Verfahren vor 1975:

Rodeausleselader E 665, Erd- und Feinkrautabscheider E 641, Fraktionierer K 716, Verleseanlage K 718

2) Verfahren nach 1975:

Rodelader E 684 oder Rodetrennlader E 686, Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720, je nach Bedingungen automatische Trennanlage E 691 und Verleseanlage K 718

erhöht, aber die Transportleistung von 60 t/h auf 90 t/h gesteigert werden kann (Bild 2).

Dabei nimmt der Annahmedosierer das Erntegut von 4 Rodeladern E 684 und der Annahmeförderer das Erntegut von 3 Rodeladern E 684 auf. Ferner ergibt sich, daß durch den Annahmedosierer die Wartezeit im Zyklus Ernte, Transport, Annahme — bezogen auf den Komplex — von 30 min auf 20 min vermindert wird. Infolge der höheren Transportleistung, der verkürzten Wartezeit und der höheren Fahrzeuganzahl steigt die Flächenleistung des Erntekomplexes um mehr als 50 %.

Der Annahmedosierer kann ohne bauliche Veränderungen in die 6- und 10-kt-ALV-Anlagen für Speisekartoffeln eingeordnet werden [9] (Bild 3).

Anstelle des Steilförderers T 296 wird durch den Anstieg des Sammelbands von 10° die erforderliche Übergabehöhe auf den Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720 erreicht.

Lediglich beim 10-kt-Lagerhaus „Typ Schönow“ und beim 8-kt-Haufenlager „Typ Burg“ sind neue Annahmetrakte zu projektieren.

Bei den 10-, 11- und 12-kt-ALV-Anlagen für Pflanzkartoffeln erschweren bauliche Gegebenheiten (Rastermaß) die Einordnung von zwei Aufbereitungslinien. Hier wird vorgeschlagen, eine Aufbereitungslinie zwischen den bestehenden Rampen und eine zweite neben der äußeren Rampe zu errichten und zusätzlich zu überdachen.

Der Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720 [10] wurde entwickelt, um die Kartoffelbeanspruchungen und -beschädigungen bei der Erd- und Feinkrautabscheidung sowie bei der Untergrößenabtrennung zu verringern und eine hohe Effektivität der automatischen Trennanlage E 691 zu erreichen, indem das Erntegut (Kartoffeln, Erdkluten, Steine) nur in der Größe vermarktungsfähiger Kartoffeln zugeführt wird. Der Grundgedanke ist die Kombination eines Gummifingerbands mit einer Fraktionierkette.

Mit der Entwicklung der automatischen Trennanlage E 691, die nach einem radiologischen Trennverfahren auf der Basis der Röntgenstrahlenabsorption arbeitet, wurde die Mechanisierungslücke „Handauslesen kartoffel-

großer Beimengungen“ geschlossen. Damit konnte zusammen mit dem Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheider K 720 eine leistungsfähige Aufbereitungslinie mit niedrigem Bedienungsaufwand entwickelt werden.

Die automatische Trennanlage erreicht einen Durchsatz von 30 t/h, wenn der Anteil der stückigen Beimengungen >40 mm unter 12 Masse-% liegt. Die Trenngenaugigkeit für Kartoffeln > 40 mm beträgt dabei 99,8 % [9]. Der Beschädigungswert liegt unter 1 Masse-%. Bei dem genannten Durchsatz ist die Grenze der Leistung und der Arbeitsqualität erreicht. Mit zunehmender Leistung der Erntemaschine müßte der Durchsatz von bisher 80 Stück/s auf 115 bis 120 Stück/s erhöht werden.

Die Stachelwalzenbaugruppe des Rodeausleseladers E 665 und die Siebstabwalzenbaugruppe des Erd- und Feinkrautabscheiders E 641 werden kombiniert zur Zerkleinerung und Abtrennung von Kluten < 40 mm sowie zur Abtrennung von Steinen < 40 mm aus dem Untergrößengemisch eingesetzt. Durch die mechanische Einwirkung der Stachelwalze werden in Abhängigkeit von Bodenfeuchte, Durchsatz und Beimengungsanteilen die Kluten zerstört und in Abhängigkeit vom Achsabstand der Siebstabwalzen abgesiebt. Bei einem Achsabstand von 215 mm wird unter Einhaltung des Kartoffeltrennfehlers (< 10 Masse-%) die geforderte Absteleistung von ≤ 70 Masse-% erreicht. Der Abscheidungsgrad für Steine liegt über 90 Masse-% [4] [9].

Der Dosierbehälter „Typ Molkau“ ermöglicht einen aufwandarmen Umschlag der bei der Rodeladerernte verstärk anfallenden Beimengungen [4]. Die Bedienung des Behälters erfolgt durch den Fahrer vom Fahrzeugstand. Entleerhilfen (Außen vibrator A 800/3) sind erforderlich, wenn diese Beimengungen von bindigen Böden einen Feuchtigkeitsgehalt über 18 % aufweisen und der Behälter längere Zeit (über 48 h) nicht entleert wird.

4. Zusammenfassung

Das neue Maschinensystem erfüllt die Anforderungen der industriemäßigen Kartoffelproduktion besser als das bisherige. Es zeichnet sich durch eine geringere Belastung der

Kartoffeln durch Maschinenelemente aus und trägt damit zur Verbesserung der Qualität der Kartoffeln bei.

Dieses Maschinensystem hat Einsatzgrenzen, die durch Stein- und Klutenbesatz bedingt sind. Agrotechnische Maßnahmen zur Klutenminderung sind daher von vorrangiger Bedeutung für die Gestaltung der industriemäßigen Kartoffelproduktion. Für Gebiete mit hohem Steinanteil (mehr als 5 t/ha) sind Rodetrennlader vorgesehen.

Die aus Untersuchungsergebnissen erarbeiteten Vergleiche zwischen altem und neuem Maschinensystem zeigen, daß die Verfahrenskosten und der Arbeitszeitbedarf gesenkt werden können und eine Steigerung der Flächenleistung erzielt wird. Dabei ergibt sich ein geringerer Aufwand für die Organisation des Komplexeinsatzes, weil weniger Erntemaschinen auf dem Feld benötigt werden (Tafel 1).

In den KAP sowie VEG und LPG Pflanzenproduktion ist das neue Kartoffelernteverfahren, das durch das Maschinensystem mit dem Rodelader E 684 und der automatischen Trennanlage E 691 gekennzeichnet ist, in den nächsten Jahren zu beherrschen und durchzusetzen.

Vor der Forschung und Entwicklung steht die Aufgabe, technische Lösungen für perspektivische Verfahren zu schaffen. Sie werden gekennzeichnet sein durch selbstfahrende Erntemaschinen, größere Durchsätze der Maschinen und neue Lösungen für die Prozessabschnitte Aufbereitung und Vermarktung. Diese Abschnitte beanspruchen gegenwärtig etwa 70 % der aufzuwendenden Handarbeit im Gesamtprozess.

Literatur

- [1] Schlesinger, F.; Hägert, H.: Entwicklung der Mechanisierungsmittel zur industriemäßigen Kartoffelernte und Beimengungstrennung für den Zeitraum nach 1975. agrartechnik 24 (1974) H. 10, S. 504—507.
- [2] Jakob, P.; Spaethe, G.: Konstruktion und Einsatz der automatischen Trennanlage E 691. agrartechnik 25 (1975) H. 7, S. 322—326.
- [3] Graichen, G.; Protz, H.; Leberecht, P.: Ergebnisse und Erkenntnisse über den Einsatz des Rodeladers E 684 mit der stationären Trennanlage E 691. agrartechnik 25 (1975) H. 7, S. 318—319.
- [4] Graichen, G.: Ernte und Aufbereitung in Speisekartoffelbetrieben. agrartechnik 26 (1976) H. 8, S. 378—382.
- [5] Leberecht, P.: Neue Kartoffellegemaschine 6-SaD-75 aus der ČSSR geprüft. agrartechnik 26 (1976) H. 3, S. 131—134.
- [6] Kruse, K.; Holst, J.: Mechanisierung des Vorkeimens von Pflanzkartoffeln und halbmechanisches Pflanzen vorgekeimter Kartoffeln. agrartechnik 27 (1977) H. 2, S. 55—58.
- [7] Schlesinger, F.; Ziems, K.: Verladereernte von Speise- und Pflanzkartoffeln. agrartechnik 20 (1970) H. 7, S. 304—308.
- [8] Fock, W.; Köppen, D.: Vergleichsuntersuchungen zur Schongutannahme von Kartoffeln in der Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlage Zörbig. agrartechnik 26 (1976) H. 9, S. 446—448.
- [9] Wissenschaftlich-technische und verfahrenstechnische Grundlagen für die Ausrüstung neuer und die Rekonstruktion vorhandener ALV-Anlagen. FZM Schlieben/Bornim 1977.
- [10] Linke F.: Ergebnisse über den Einsatz eines Untergrößen-, Erd- und Feinkrautabscheiders bei der Aufbereitung von Kartoffeln. Feldwirtschaft 15 (1974) H. 8, S. 359—360. A 1725