

# Trockenreinigen von Kartoffeln

Dr. agr. G. Graichen, KDT/Dipl.-Landw. W. Schultz

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

## Einleitung

Das Trockenreinigen von Kartoffeln fand bislang in der DDR keine Anwendung. Mit der Entwicklung von Qualitätsanforderungen und sich abzeichnender Automatisierung einzelner Prozesse der Aufbereitung von Kartoffeln, z. B. des Verlesens, gewinnt das Trockenreinigen besonders bei Pflanzkartoffeln und zur Einkellerung in den Haushalten vorgesehenen Kartoffeln an Bedeutung.

Um die Anwendbarkeit des Verfahrens Trockenreinigen für diese Zwecke einschätzen zu können, fanden an verschiedenen Standorten in der DDR Untersuchungen mit Laborversuchsständen statt. Im Bild 1 ist eine Bürstmaschine mit starren Oberbürsten und im Bild 2 eine Maschine mit einem umlaufenden Bürstenband dargestellt. Die Walzenbürstentische beider Versuchsstände tragen 12 Reinigungselemente, die als Zylinder- oder Formwalzen mit 25 mm langen Borsten zum Einsatz gelangen. Vorreinigungseinrichtungen, bestehend aus 4 Glattwalzen bzw. 4 Gummifingerwalzen, scheiden lose Erde und stückige Teile  $\leq 20$  mm vor den Walzenbürsten ab. Mit diesen Einrichtungen wurde der Einfluß der Körnungsarten lehmiger Sand, Schluff und lehmiger Schluff, sandiger Lehm, Schlufflehm, schluffiger und lehmiger Ton auf die Reinigungswirkung untersucht, die vor allem durch folgende Größen charakterisiert wird:

- Schmutzfleckdurchmesser: Durchmesser des größten auf der Kartoffeloberfläche befindlichen Schmutzflecks in mm
- Hafterdebesatz: Menge kolloidaler bindiger Bodenteilchen, die an der Oberfläche einer Menge Kartoffeln haften, in g/kg
- Reinigungsintensität: Mengenverhältnis abgetrennte Erde/Hafterdebesatz in %
- relative Haftschnutzrockenmasse: nach dem Reinigen entstandenes Mengenverhältnis aus getrocknetem Hafterderest und der Kartoffelmenge ohne Hafterderest in %.

## Einsatzbedingungen

Das Trockenreinigen ist kein so robustes Verfahren wie die Naßreinigung. An das zu

bearbeitende Gut werden höhere Anforderungen gestellt, die sich auf die Reinheit, d. h. auf die Fäule-, Keim- und Beimengungsanteile im Verarbeitungsgut, beziehen (Tafel 1).

Im Verarbeitungsgut enthaltene naßfaule Knollen  $> 0,8\%$  können die Arbeitselemente bis zur Funktionsuntüchtigkeit verschmutzen und das Reinigungsergebnis so beeinflussen, daß die Forderung in bezug auf die relative Haftschnutzrockenmasse von  $\leq 0,3\%$  nicht eingehalten wird (Tafel 2).

Hauptsächlich bei der Auslagerung können durch total naßfaule und von der Entnahmeschaufel zerquetschte Knollen, Keime und Temperaturunterschiede zwischen Lager- und Aufbereitungsort Feuchtwerte über 20% entstehen. In diesen Fällen muß trotz Einsatz von Reinigungselementen für die Walzenbürsten mit eingeschränkten Reinigungseffekten gerechnet oder die Partie von der Reinigung ausgeschlossen werden.

Das Verkleben einzelner Borsten zu einem Büschel bei der Behandlung der Knollen nach der Ernte bei Feuchtwerten von 12 bis 24% kann durch eine Walzenbürstenreinigung aufgelöst werden.

Tafel 1. Anforderungen an die Reinheit des Verarbeitungsgutes und den Anteil naßfauler Knollen im Verarbeitungsgut in % (Massenanteil), abgeleitet aus Boniturergebnissen über 1 956 kg Pflanzkartoffeln aus 2 ALV-Anlagen und 1440 kg Speisekartoffeln aus 4 ALV-Anlagen (dreijährige Erhebungen im Zeitraum Ende Februar bis Anfang Mai)

	Boniturergebnisse		Anforderungen
	2 ALV-Anlagen	4 ALV-Anlagen	
Kartoffeln naßfaule Knollen, bezogen auf Kartoffeln	99,4	98,6	99
Steine	1,4	0,5	0,8
Kluten	0,3	0,9	0,3
Erde	0,2	0,2	0,2
	0,1	0,5	0,5

## Arbeitsergebnis

Vom Trockenreinigen wird erwartet, daß der Schmutzfleckdurchmesser und die Oberflächenverschmutzung Größenordnungen erreichen, die keine negativen Wirkungen auf die Arbeitsqualität nachfolgender Behandlungen haben. Um dies nachzuweisen, wurden nach einer von Herold [1] vorgeschlagenen Fleckenbildschablone der Oberflächenanteil der Verschmutzung in den Klassen 0, 5, 15, 30, 60 und 100% und der Schmutzfleckdurchmesser in den Klassen 0, 5, 10, 20 und  $> 20$  mm bestimmt. Schmutzfleckdurchmesser und Oberflächenverschmutzung sind strukturell ähnlich. Da beide vom Hafterdebesatz an den Knollen und von der Körnungsart abhängen, ändern sich auch ihre Maßzahlen gleichsinnig. Daher werden die Reinigungswirkungen am Beispiel des Schmutzfleckdurchmessers erklärt.

Starke Verschmutzungen treten bei lehmigem Sand, Schluff und lehmigem Schluff auf, die aber leichter und mit größeren Effekten zu entfernen sind als bei sandigem Lehm, Schlufflehm, schluffigem und lehmigem Ton (Bild 3). Die aufgeführten Körnungsarten bewirken einen fast gleichen Hafterderest, lediglich bei Schlufflehm verbleiben größere Hafterdereste.

Bei den Körnungsarten lehmiger Sand, sandiger Lehm, schluffiger und lehmiger Ton wird das Reinigungsergebnis Schmutzfleckdurchmesser  $\leq 6,2$  mm entsprechend  $\leq 30$  mm<sup>2</sup> Schmutzfleckgröße zu 85% erreicht, wobei 50 bis 65% schmutzfreie Kartoffeln vorhanden sind (Bild 4). Der Anteil der Kartoffeln mit einem Schmutzfleckdurchmesser von  $\geq 11,3$  mm entsprechend 100mm<sup>2</sup> Schmutzfleckgröße ist bei den Körnungsarten sandiger Lehm, schluffiger und lehmiger Ton mit 8% geringer als bei lehmigem Sand mit 14%. Wie bei der Oberflächenverschmutzung, so werden auch beim Schmutzfleckdurchmesser auf den Standorten, die Schluffgehalte  $> 60\%$  aufweisen, besonders bei lehmigem Schluff, nur 20 bis 30% schmutzfreie Kartoffeln, 50% bzw. 35% mit einem Durchmesser von 5 mm und 22% bzw. 30% mit 10 mm vorgefunden.

Bild 1. Bürstmaschine mit starren Oberbürsten

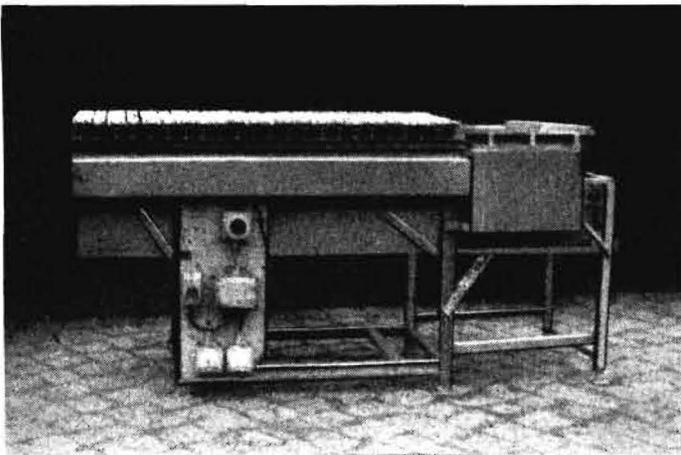
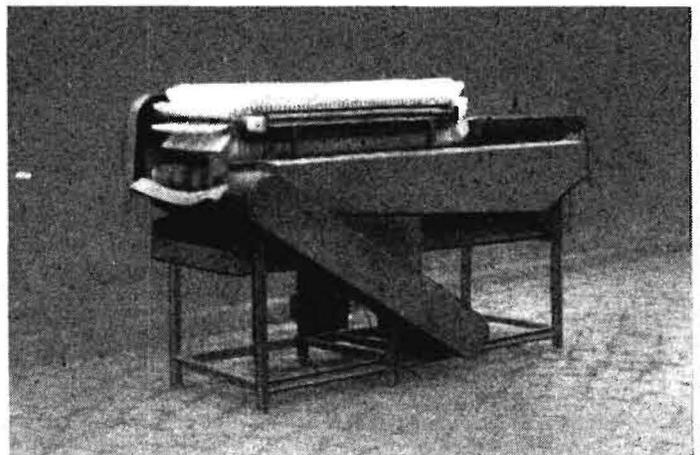


Bild 2. Bürstmaschine mit einem umlaufenden Bürstenband



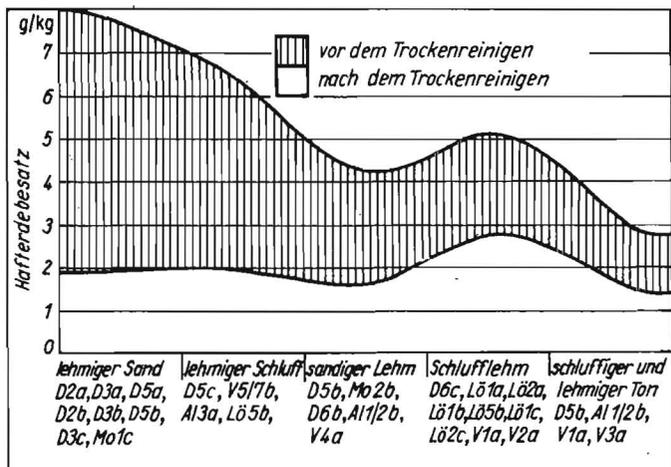
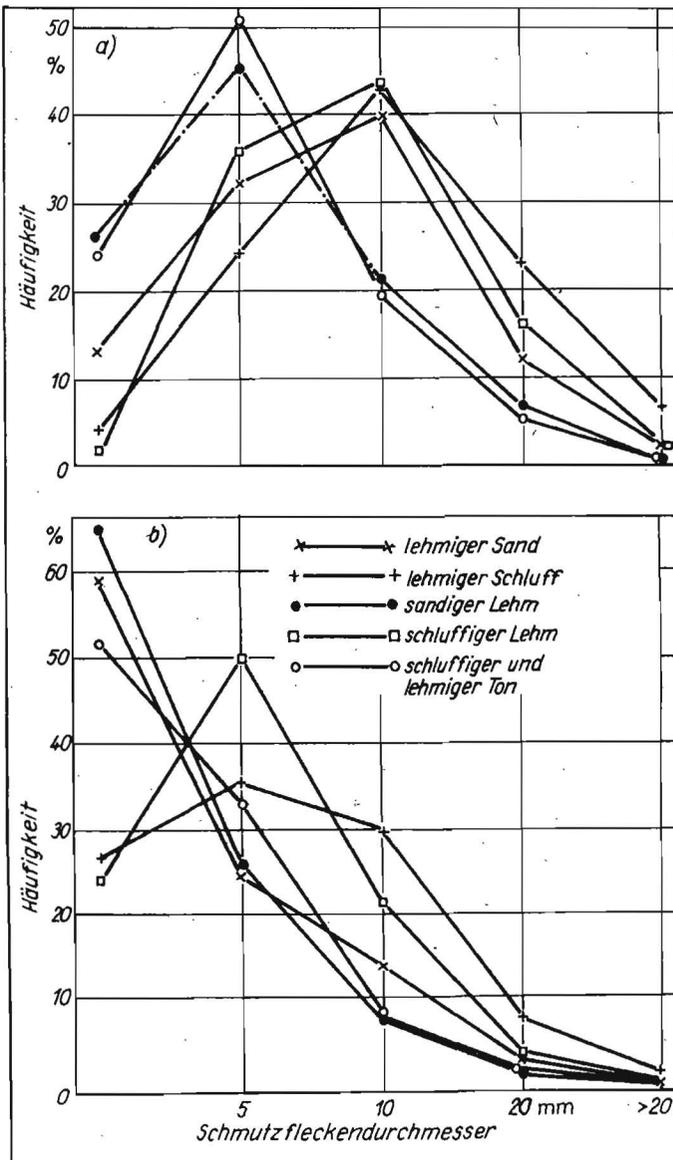


Bild 3. Hafterdebesatz an den Knollen vor und nach dem Trockenreinigen in Abhängigkeit von der Körnungsart und dem Standorttyp (Körnungsart und Standorttyp nach Mittelmaßstäbiger Landwirtschaftlicher Standortkartierung)

Tafel 2. Feuchte der Hafterde an den Knollen und Reinigungseffekte beim Trockenreinigen nach 180 Tagen Lagerzeit bei einem Anteil von 6% naßfauler Knollen im Verarbeitungsgut (Standort: sandiger Lehm)

		aus dem Lagergut aussortierte feuchte, teilweise mit Faulbrei behaftete Kartoffeln	3%	6%
Feuchte $\bar{x}$	%	15,9	20,4	39,8
s %	%	21,4	15,2	14,1
Reinigungsintensität	%	68,9	60,8	45,3
relative Haftschnutzrockenmasse	%	0,39	0,47	0,65

Bild 4. Häufigkeitsverteilung der Schmutzleckdurchmesser an den Kartoffeln vor und nach dem Trockenreinigen; a) vor dem Trockenreinigen, b) nach dem Trockenreinigen



Tafel 3. Ergebnisse über das Trockenreinigen von Kartoffeln zur Kennzeichnung der Minderung des Schmutzleckdurchmessers und des Oberflächenanteils der Verschmutzung sowie des Hafterdebesatzes vor der Reinigung, die Reinigungsintensität und die relative Haftschnutzrockenmasse nach der Behandlung für das Gebiet der DDR und vorherrschende Körnungsarten unter Berücksichtigung der Anbauernigung für den Kartoffelanbau und der Einschränkung des Trockenreinigens durch die Kombination Bodensubstrat-Bodenwasserverhältnisse und die Siebfähigkeit des Bodens

	DDR gesamt <sup>1)</sup>		Körnungsarten lehmiger Sand		lehmiger Schluff		sandiger Lehm		Schlufflehm		schluffiger und lehmiger Ton	
	$\bar{x}$	s %	$\bar{x}$	s %	$\bar{x}$	s %	$\bar{x}$	s %	$\bar{x}$	s %	$\bar{x}$	s %
Fleckendurchmesser vor dem Trockenreinigen mm	8,3	49,5	7,9	41,1	11,4	23,5	5,7	23,3	7,3	12,3	5,7	13,0
Fleckendurchmesser nach dem Trockenreinigen mm	4,2	54,0	3,4	67,9	5,9	23,7	2,4	43,8	5,8	17,1	3,1	56,7
Minderung des Fleckendurchmessers %	50,0	41,8	57,2	32,5	48,6	24,9	58,1	31,8	20,3	18,7	45,0	56,2
Oberflächenverschmutzung vor dem Trockenreinigen %	14,1	55,2	12,5	55,5	23,1	19,7	6,1	17,7	11,4	23,3	6,9	42,5
Oberflächenverschmutzung nach dem Trockenreinigen %	4,3	63,5	3,2	72,2	6,2	35,6	2,2	60,0	6,9	25,8	3,5	71,5
Minderung der Oberflächenverschmutzung %	69,4	25,5	74,6	20,6	73,1	11,2	63,6	22,2	39,7	28,7	50,0	40,6
Hafterdebesatz vor dem Trockenreinigen g/kg	6,8	55,9	8,2	49,3	7,8	38,2	3,9	92,7	5,3	35,1	2,7	54,0
Reinigungsintensität %	68,1	14,2	77,5	12,5	69,1	18,1	62,6	23,6	46,5	21,9	53,4	24,9
relative Haftschnutzrockenmasse %	0,19	63,2	0,17	70,6	0,23	60,9	0,14	78,6	0,24	45,8	0,12	75,0

Eignungsstufen für den Kartoffelanbau	1 000 ha	1 815	1 165	145	16	481	1
durchgehend gut geeignet	1 000 ha	250	195	8	3	15	13
vorwiegend gut geeignet	1 000 ha	117	96	8	2	11	-
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> durchgehend bedingt geeignet	1 000 ha	1 020	235	45	551	34	144
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> durchgehend bedingt geeignet	1 000 ha	105	81	-	24	1	-
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> vorwiegend bedingt geeignet	1 000 ha	572	142	44	358	21	3
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> vorwiegend bedingt geeignet	1 000 ha	333	293	3	24	11	1
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> nicht geeignet	1 000 ha	181	178	-	2	1	-
nicht geeignet	1 000 ha	1 315	454	22	329	455	54
ausgesondert wegen <sup>2)</sup> Ackerland gesamt	1 000 ha	824	366	21	68	368	-
1 000 ha	4 733	2 343	224	922	996	212	-
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>2)</sup> 1 000 ha	403	355	8	28	13	-	-
Einschränkung des Trockenreinigens wegen <sup>3)</sup> 1 000 ha	572	142	44	358	21	3	-

1) einschließlich Moor- und Kippstandorte, 2) Zuordnung Bodensubstrat und Bodenwasserverhältnisse, 3) Siebfähigkeit

Tafel 4. Ackerflächenanteile für den Kartoffelanbau innerhalb der einzelnen Körnungsarten und für die gesamte DDR in %, auf denen die Trockenreinigung durch die potentielle Anbaueignung und Siebfähigkeit des Bodens eingeschränkt wird

Einstufung für den Kartoffelanbau	Körnungsarten									
	lehmiger Sand Einschränkungen ohne mit		lehmiger Schluff Einschränkungen ohne mit		sandiger Lehm Einschränkungen ohne mit		Schlufflehm Einschränkungen ohne mit		schluffiger und lehmiger Ton Einschränkungen ohne mit	
durchgehend gut geeignet	100,0	–	100,0 <sup>1)</sup>	–	100,0 <sup>2)</sup>	–	100,0 <sup>1)</sup>	–	100,0 <sup>2)</sup>	–
vorwiegend gut geeignet	50,8	49,2	–	100,0	33,3	66,7	26,7	73,3	100,0	–
durchgehend bedingt geeignet	5,1	94,9	2,2	97,8	30,7	69,3	35,3	64,7	97,9	2,1
vorwiegend bedingt geeignet	39,2	60,8	100,0	–	91,7	8,3	90,9	9,1	100,0	–
gesamt	73,7	26,3	74,1	25,9	35,0	65,0	93,7	6,3	98,1	1,9
<b>gesamte DDR</b>										
zu Ackerland der Körnungsarten	59,4	21,2	66,8	23,3	22,5	41,8	50,9	3,4	73,2	1,4
zu Ackerland der gesamten DDR <sup>2)</sup>	29,4		3,1		4,4		10,7		3,3	

1) mögliche Einschränkung durch Witterungsverhältnisse

2) ohne Moor- und Kippstandorte

Bild 4 zeigt auch die Veränderung der Verteilung der Schmutzleckdurchmesser durch das Trockenreinigen. Von meist niedrigen Anfangswerten für schmutzleckfreie Kartoffeln ausgehend, wechseln durch das Reinigen die Klassenpositionen in Abhängigkeit von der Körnungsart, wobei sandige Lehme, schluffige und lehmige Tone hohe Anteile von schmutzleckfreien Kartoffeln vor dem Reinigen und schluffige Standorte noch hohe Anteile mit einem Schmutzleckdurchmesser von 20 mm nach dem Reinigen aufweisen. Eine Zusammenfassung der wesentlichsten Arbeitsergebnisse gibt Tafel 3 wieder.

#### Anbaueignung für Kartoffeln und Anwendungsumfang des Verfahrens Trockenreinigen

Die Ergebnisse in Tafel 3 verdeutlichen in Verbindung mit der Anbaueignung für Kartoffeln sowie der möglichen Einschränkung des Trockenreinigungs durch das Bodensubstrat und die Bodenwasserverhältnisse, die in dieser Zuordnung als potentielle Anbaueignung bezeichnet werden, und die Siebfähigkeit den Anwendungsumfang für das Verfahren Trockenreinigen.

Das Ackerland der DDR ist mit 38,5 % als durchgehend gut geeignet für den Kartoffelanbau eingestuft. Diese Einstufung besagt aber nicht, daß hier der Einsatz von Bürstmaschinen ganz ohne Einschränkungen erfolgen kann. Eine gewisse Beeinträchtigung durch die potentielle Anbaueignung liegt vor, die in Jahren mit ungünstigem Witterungsverlauf zur Wirkung kommen kann. Durch die weitere, besonders von der potentiellen Anbaueignung und der Siebfähigkeit beeinflusste Einteilung in vorwiegend gut geeignet (5,3 %), durchgehend bedingt geeignet

(21,6 %) und vorwiegend bedingt geeignet (7 %) zeigen sich im Vergleich aller Merkmale deutliche Unterschiede. Damit kann für einen Anteil von 72,2 % des Ackerlandes folgende Einschätzung gegeben werden:

Für den Schmutzleckdurchmesser tritt eine Minderung auf lehmigem Sand und sandigem Lehm um 58 %, auf lehmigem Schluff, schluffigem und lehmigem Ton um 47 % und auf Schlufflehm um 20 % ein. Die Unterschiede zwischen der Oberflächenverschmutzung und der Reinigungsintensität weisen darauf hin, daß nicht nur die Verschmutzung der Knollenoberfläche, sondern auch die Schichtdicke ausgeprägter Schmutzflecke gemindert wird. Ebenso bestehen Beziehungen zwischen dem Hafterdebesatz vor der Reinigung und der Reinigungsintensität. Auf Standorten mit hohem Hafterdebesatz, wie er auf lehmigem Sand und lehmigem Schluff festzustellen ist, werden Reinigungsintensitäten zwischen 77,5 % und 69,1 % erreicht. Mit fallendem Hafterdebesatz sinkt auf sandigem Lehm, schluffigem und lehmigem Ton die Reinigungsintensität auf 53 % und auf Schlufflehm auf 46,5 %. Damit zeigen sich besonders auf Schlufflehmstandorten in den Standortgruppen 9 und z. T. in den Standortgruppen 11 und 12 der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) [2] die Einschränkungen.

Die geforderte relative Haftschmutztrockenmasse für ein weitestgehend fehlerfreies Qualitätssortieren von  $\leq 0,3\%$  wird nicht überschritten. Allerdings weisen die als Mittelwerte eingetragenen Ergebnisse eine hohe Variabilität aus, so daß im einzelnen bei allen Körnungsarten Überschreitungen infolge der Wirkung von potentieller Anbaueignung und Siebfähigkeit nicht auszuschließen

sind. Da sie lokalen Charakter tragen, kann auf der Grundlage der MMK mit dem EDV-Programm BOST [3] das Einzugsgebiet jeder ALV-Anlage dahingehend eingeschätzt werden.

Unter Berücksichtigung der Einschränkungen und der nicht für den Kartoffelanbau geeigneten Flächen ist auf dem Gebiet der DDR das Verfahren Trockenreinigen auf 2409100 ha ( $\approx 51\%$  des Ackerlandes der DDR) anwendbar (Tafel 4).

#### Zusammenfassung

Die Einführung des Verfahrens Trockenreinigen wird durch die Fäule stärker behindert als durch die Körnungsarten. In Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen für Pflanzkartoffeln mit 1,4 % Fäule im Lagergut sind nicht alle dort gelagerten Sorten gleichermaßen von der Fäule betroffen. Durch die Lagerung in Paletten kann leichter eine Trennung der Partien vorgenommen werden als bei der losen Lagerung. Der mögliche Anwendungsumfang des Verfahrens Trockenreinigen bezieht sich auf 51 % des Ackerlandes der DDR. Vorzugsweise sind Pflanzkartoffeln und zur Einkellerung in den Haushalten vorgesehene Kartoffeln zu behandeln.

#### Literatur

- [1] Herold, B.: Analyse von Möglichkeiten zur Reduzierung des Aufwandes an lebendiger Arbeit bei Verleseprozessen für Kartoffeln. Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim, Forschungsbericht 1981.
- [2] Lieberoth, I.: Bodenkunde. Berlin: VEB Dt. Landwirtschaftsverlag 1982.
- [3] EDV-Programm BOST, FORTRAN-4200 (Programmierer: Baganz). Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim 1987.

A 5068

Fortsetzung von Seite 497

#### Literatur

- [1] Schubert, H., u. a.: Mechanische Verfahrenstechnik II. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1979.
- [2] Gruhn, G., u. a.: ABC Verfahrenstechnik. Leipzig: VEB Dt. Verlag für Grundstoffindustrie 1979.
- [3] Kanafojski, C.: Grundlagen erntetechnischer

- [4] Gorjačkin, V. P.: Sobranie sočinenij (Gesammelte Werke), Band 3. Moskau: Verlag Kolos 1968.
- [5] TGL 39 524 Landmaschinen; Getreide- und Samenreinigungsmaschinen; Typen und Hauptkennwerte. Aug. Dezember 1982.
- [6] Mašiny zernoočistitel'nye obšego naznačeniija

(Getreidereinigungsmaschine). GOST 5888-74, Aug. 1975.

- [7] Cecinovskij, V. M.: Metody ocenki tehnologičeskogo efekta separirovanija (Auswertemethoden für den technologischen Trenneffekt). Trudy VNIIZ, Moskau (1963) 44, S. 77–94.

A 5036