

4. Kombination von Arbeitsgängen

Zur Reduzierung der Anzahl der Arbeitsgänge, Verbesserung der Arbeitsqualität und Aufwandsenkung werden in zunehmendem Umfang kombinierte Geräte verwendet. In der Nichtschwarzerdezone, wo die Grundbodenbearbeitung mit dem Pflug überwiegt, gibt es Bestrebungen, das Saatbettbereitungsgeschäft RWK-3,6 kombiniert mit Drillmaschinen der Baureihe SZ-3,6 einzusetzen. Zur pfluglosen Wiederbestellung wird das aus Fräse KFG-3,6 und Drillmaschine SZ-3,6 zusammengesetzte Aggregat KA-3,6 verwendet. Für den Reisanbau in Mittelasien und im Nordkaukasus hat diese Kombination ebenfalls Bedeutung. Ein weiteres Fräs-Saat-Aggregat kommt zur Erneuerung von Wiesen zum Einsatz.

Für die kombinierte Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung in Trockengebieten wird das Gerät AKP-2,5 (Bild 9) hergestellt. Es besteht aus Scheibeneggen oder Nadeleg-

gen, Breitscharrubber, Schleppen und Croskillwalzen und wird nach Getreidevorfürchten zur Wintergetreide- und Zweitfruchtbestellung verwendet. Dem gleichen Zweck dient eine Kombination von Scheibenschälplugg und Drillmaschine (LDS-6).

Auf sandigen u. a. zerfallsbereiten Böden werden beim Pflügen der Saatfurche kombinierte Geräte PWP-2,3 und PWP-3,5 aus Croskillwalzen und Packerwerkzeugen für 5- bis 6- und 7- bis 8-furchige Pflüge verwendet.

Für die Saatfurche mit kombinierter Saatbettbereitung zu Getreide, Kartoffeln, Gemüse u. a. Fruchtarten wird auch der dreifurchige Kreiselplugg PWN-3-35 (Bild 10) hergestellt.

Zur pfluglosen Grundbodenbearbeitung nach Hackfrüchten, Mais und Sonnenblumen wurde u. a. das Aggregat AKR-3,6 mit schmalen Schwenkrubberzinken entwickelt, zwischen schweren rotierender messerförmige

Werkzeuge den aufgebrochenen Boden und die Pflanzenreste zerkleinern. Eine Walze drückt den gelockerten Boden wieder an. Die beschriebenen Mechanisierungslösungen für die Bodenbearbeitung sind nur ein Ausschnitt aus der umfangreichen Landmaschinenproduktion der UdSSR. Dabei wird deutlich, daß die sehr unterschiedlichen Boden- und Klimabedingungen in den einzelnen Landesteilen auch sehr verschiedene Verfahren erfordern und Geräte zur Bodenbearbeitung erfordern. Zum besseren Verständnis wurde daher auch auf die ackerbaulichen Grundlagen eingegangen. In großen Gebieten der Nichtschwarzerdezone der RSFSR, der baltischen Republiken, Belorusslands und der Westukraine herrschen jedoch ähnliche Bedingungen wie in der DDR vor, so daß der Austausch von Erfahrungen vor allem bei der Entwicklung bodenschonender, erosionsmindernder Verfahren der Bodenbearbeitung von gegenseitigem Nutzen ist. A 5072

Beurteilung des Trenneffekts in der Getreidereinigung

Dozent Dr. sc. techn. H. Regge, KDT, Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik
Dr. sc. techn. V. Minaev, Allunionsakademie der Landwirtschaftswissenschaften der UdSSR „W. I. Lenin“ Moskau

In Fachdiskussionen, besonders aber bei der Ausbildung, ist immer wieder festzustellen, daß auf landwirtschaftliche Trennprozesse bezogene Vorgänge und Begriffe unterschiedlich, teilweise sogar falsch dargelegt werden. Um diese Situation zu verbessern, erläutern die Autoren im folgenden Beitrag am Beispiel der Getreidereinigung die betreffenden Begriffe der Verfahrenstechnik bzw. der Standards. Gleichzeitig stellen sie die bedeutendsten Bewertungsverfahren dar. Dieser Artikel erhält um so mehr Gewicht, weil er ein Ergebnis der langjährigen engen internationalen Zusammenarbeit zwischen Forschungseinrichtungen der DDR und der UdSSR auf unserem Fachgebiet widerspiegelt.

Die Redaktion

1. Einleitung

Maschinen zur Getreidereinigung zerlegen das zu reinigende Gut je nach Zielstellung in mindestens zwei oder auch mehrere Fraktionen. Vorherrschende Trenneigenschaften sind die Korngröße und die Sinkgeschwindigkeit.

Da sich das Gut in seiner Zusammensetzung nicht nur von Sorte zu Sorte, sondern auch innerhalb einer Partie ändern kann, ist aufgrund von Analyseergebnissen das Arbeitsregime der Reinigungsmaschine an die sich ändernden Stoffparameter anzupassen. Zur Beurteilung der Notwendigkeit oder auch der Zweckmäßigkeit einer Maschineneinstellung sowie der erreichten Arbeitsergebnisse sind verschiedene Bewertungsmethoden anwendbar, deren Wirksamkeit nachfolgend betrachtet wird.

2. Kennzeichnung und Bewertung einer Zweikomponententrennung

Im Sinne der „Mechanischen Verfahrenstechnik“ [1] wird das zu reinigende Getreide als Aufgabegut z. B. durch die Korngrößenverteilungsfunktion $F_A(\xi)$ beschrieben (Bild 1a). Das Trennelement der Reinigungsmaschine soll dieses Aufgabegut gemäß einem festgelegten Trennschnitt ξ_T in eine Feingutkomponente F mit $\xi \leq \xi_T$ und in eine Grobgutkomponente G mit $\xi > \xi_T$ zerlegen. Eine solche vollkommene, ideale Trennung ist bekanntlich technisch nicht zu realisieren. Tatsächlich befinden sich im Feingut auch Teilchen bis zur Größe ξ'_0 und im Grobgut solche bis zur Größe ξ'_1 , was durch den Verlauf der beiden Korngrößenverteilungsfunktionen $F_F(\xi)$ und $F_G(\xi)$ sehr gut veranschaulicht wird (Bild 1b).

Zur weiteren Kennzeichnung des erreichten Trennergebnisses dient die Trennfunktion $T(\xi)$ (Bild 1c), die auch als Teilungszahlenkurve oder – nach dem Entwickler dieser Funktion – als Tromp-Kurve bezeichnet wird [2, 3]. Sie gibt an, welcher Anteil einer Merkmalsklasse $\xi \dots \xi + d\xi$ in die Komponenten F oder G ausgetragen wurde. Um das zu berechnen, werden die folgenden mathematischen Beziehungen benötigt:

$$\text{Massebilanz} \quad m_A = m_F + m_G \quad (1)$$

relativer Anteil der Komponenten an der Gesamtmasse als Masseausbringen R_m

$$R_{mf} = \frac{m_F}{m_A}; R_{mg} = \frac{m_G}{m_A} \quad (2)$$

Aus der Gesamtmassebilanz ergibt sich die örtliche Massebilanz zu

$$m_A F_A(\xi) = m_F F_F(\xi) + m_G F_G(\xi) \quad (3)$$

und daraus die Bilanz der Verteilungsfunktionen

$$F_A(\xi) = R_{mf} F_F(\xi) + R_{mg} F_G(\xi) \quad (4)$$

Mit der Verteilungsdichte

$$f(\xi) = \frac{dF(\xi)}{d\xi} \quad (5)$$

ergibt sich die Verteilungsdichtebilanz zu

$$f_A(\xi) = R_{mf} f_F(\xi) + R_{mg} f_G(\xi) \quad (6)$$

Mit diesen Beziehungen ist der Masseanteil einer Merkmalsklasse $\xi \dots \xi + d\xi$, der in die Komponenten F oder G ausgebracht wird,

$$T_F(\xi) = \frac{R_{mf} f_F(\xi)}{f_A(\xi)}; T_G(\xi) = \frac{R_{mg} f_G(\xi)}{f_A(\xi)} \quad (7)$$

Da sich beide Trennfunktionen zu 1 ergänzen, ist es heute üblich, mit $T_G(\xi) \equiv T(\xi)$ zu arbeiten.

Ist die Trennfunktion aus Analyseergebnissen zu ermitteln, dann stehen an der Stelle der Funktionswerte die Klassenwerte, die zu folgenden Näherungsgleichungen führen:

$$f(\xi_i - 1, \dots, \xi_i) = \frac{F(\xi_i) - F(\xi_i - 1)}{\xi_i - \xi_{i-1}} = \frac{\mu_i}{\Delta \xi_i} \quad (8)$$

$$T(\xi_i - 1, \dots, \xi_i) = T_i = \frac{R_{mg} \mu_{ig}}{\mu_{iA}} \quad (9)$$

Der Merkmalswert jener differentiellen Klasse, deren Masse sich zu gleichen Anteilen auf die beiden Komponenten F und G aufteilt, wird als Kornscheide mit dem Trennschnitt $\xi_{50} = \xi_T$ bezeichnet. Ältere Trennschnittbestimmungen sind aus älteren Fehlerkornanteilen oder gleichen Fehlerkornmassen abgeleitet worden [1].

Mit Hilfe der Trennkurve (Bild 1a) kann die Trennschärfe des vollzogenen Trennprozesses beurteilt werden. Bei idealer Trennung wäre sie eine Sprungfunktion mit einem Sprung von 0 auf 1 an der Stelle ξ_T . Bei re-

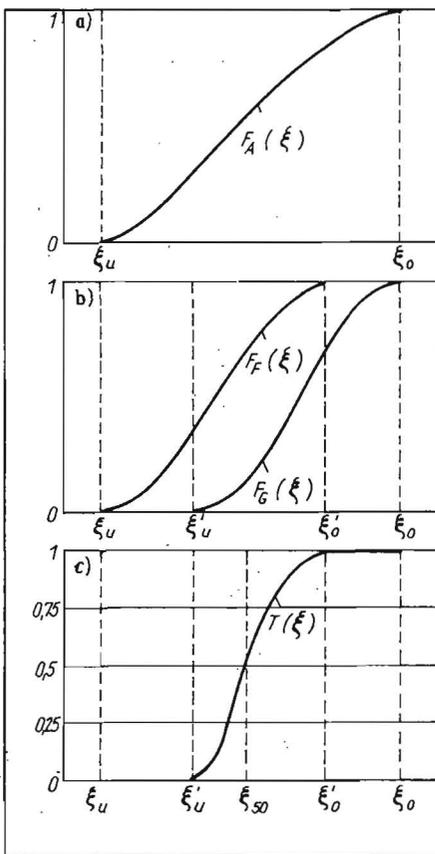
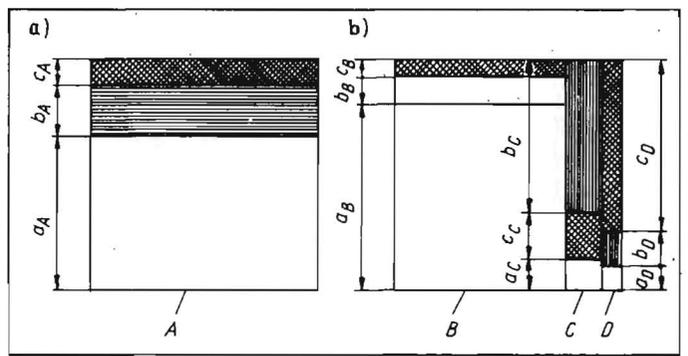


Bild 1
Kennzeichnung eines Trennprozesses;
a) Korngrößenverteilung im Aufgabegut
b) Korngrößenverteilung der Komponenten
c) Trennfunktion

Bild 2
Drei-Komponenten-Korngemisch;
a) im Ausgangszustand A,
b) in den Fraktionen B, C, D nach der Trennung
a₁, ..., c₁, c₂, c₃, Konzentration der Komponenten



3. Beurteilung von Trennprozessen mit n Komponenten

In der Praxis der Getreidereinigung liegt ein Reinigungsgemisch aus einer größeren Anzahl von Komponenten mit meistens unterschiedlichen Trenneigenschaften vor, so daß durch den Reinigungsprozeß auch mehrere Fraktionen unterschiedlicher Gebrauchswerte anfallen. Im Normalfall wird der Trennerfolg einer solchen Mehrkomponententrennung wie bei der Zweikomponententrennung mit Hilfe des Trenneffekts und des Kornverlustes bewertet. Dabei wird der Trenneffekt entsprechend Gl. (12) durch das Verhältnis der Summe aller in den Abgängen ausgetragenen Beimengungen zur Gesamtmenge auszutragender Beimengungen im Aufgabegut ausgewiesen. Der Kornverlust ergibt sich hier gemäß Gl. (13) analog aus dem Verhältnis der Summe aller in den Abgängen ausgetragenen, aber nicht abzutrennenden Kornanteile zur nicht abzutrennenden Kornmenge im Aufgabegut.

Mit beiden Korngrößen ist die Mehrkomponententrennung als Gesamtprozeß gütetäglich hinreichend charakterisiert. Ein Einblick in die Güte der Trennarbeit der einzelnen Fraktionen wird damit aber nicht erzielt. Cicinovskij [7] hat dafür ein Verfahren entwickelt, das den Trenneffekt aus der Summe aller Fraktionstrenneffekte unter Berücksichtigung der im Idealfall zu erreichenden Reinheiten in den einzelnen Fraktionen ermittelt. Dieses Verfahren ist jedoch außerordentlich arbeits- und zeitaufwendig, da es eine gründliche Laboranalyse aller gewonnenen Fraktionen erfordert.

4. Vorschlag zur Bestimmung des Trenneffekts bei der Trennung von n-Komponenten-Korngemischen

Wird z. B. ein Drei-Komponenten-Korngemisch in drei Fraktionen zerlegt, so entsteht bei nicht idealer Trennung ein System, das im Bild 2 dargestellt ist. In jeder der drei Fraktionen B, C und D befinden sich bestimmte Anteile der Komponenten a, b, c, gekennzeichnet durch deren Konzentrationen a₁, b₁, c₁. Besteht nun das Ziel der Trennung darin, die Komponente a in der Fraktion B möglichst vollständig und weitestgehend besatzfrei auszutragen, so kann der Trenneffekt, der beiden Forderungen Rechnung trägt, als Massebeziehung folgendermaßen formuliert werden:

$$E = \frac{m_B a_B}{m_A a_A} - \frac{m_B (b_B + c_B)}{m_A (b_A + c_A)} \quad (14)$$

Das erste Glied dieser Beziehung gibt die Vollständigkeit der Ausbringung der Bilanzkomponente an und ist damit auch ein Maß

für den auftretenden Kornverlust in Form von

$$V_K = 1 - \frac{m_B a_B}{m_A a_A} \quad (15)$$

Das zweite Glied von Gl. (14) stellt der Austraggüte der Bilanzkomponente den in der betrachteten Fraktion verbleibenden relativen Besatz entgegen und senkt damit mit abnehmender Reinheit die Trenngüte. Auf n Komponenten ausgedehnt, nimmt Gl. (14) verallgemeinert die folgende Gestalt an:

$$E = \frac{m_B}{m_A} \left[\frac{a_B}{a_A} - \frac{b_B + c_B + \dots + n_B}{b_A + c_A + \dots + n_A} \right] \quad (16)$$

Um den Trenneffekt als Resultat der Trennung aller Komponenten beurteilen zu können, genügt folglich nur die Ermittlung der Konzentrationen der vorhandenen Komponenten im Ausgangsprodukt und in der Bilanzfraktion. Wo ein solcher Einblick nicht von Interesse ist, kann der Vorgang über das Konzentrationsgleichgewicht

$$a_1 + b_1 + \dots + n_1 = 1 \quad (17)$$

auf die noch wesentlich einfachere Zweikomponententrennung mit dem ebenfalls den Kornverlust berücksichtigenden Trenneffekt

$$E = \frac{m_B}{m_A} \left[\frac{a_B - a_A}{a_A (1 - a_A)} \right] \quad (18)$$

zurückgeführt werden.

5. Zusammenfassung

Das Trennen von Stoffgemischen spielt vor allem in der Aufbereitung von Körnerfrüchten eine wichtige Rolle. Durch Abtrennen der unerwünschten Beimengungen, des Besatzes, werden die Körnerfrüchte für die weitere Bearbeitung aufbereitet, auf die erforderliche Qualität gebracht und auch lagerfähig gemacht. Behandelt werden die Charakteristiken der idealen und der realen Trennung von Korngemischen und die Bewertung des Trennerfolgs nach Trenneffekt und Verlust. Ausgehend von der Bewertung nach TGL-Vorschrift wird für Korngemische aus mehr als 2 Komponenten, wie das in praxi der Fall ist, ein Bewertungsverfahren vorgestellt, das den Trennerfolg nach Beimengungsabscheidung und Kornverlust in einer Kenngröße und als Resultierende aus allen Komponentenanteilen erfaßt.

aler Trennung ist die Neigung der Trennfunktion im Bereich des Trennschnitts das Maß der Trennschärfe. Terra [1] formulierte die Trennschärfe als Ecart probable:

$$E_p = (\xi_{75} - \xi_{25})/2. \quad (10)$$

Eine andere, dimensionsfreie Kenngröße der Trennschärfe ist die Kornstreuung:

$$\kappa = \xi_{75}/\xi_{25}. \quad (11)$$

Je mehr κ von 1 nach oben abweicht, desto schlechter ist die Schärfe der Trennung.

Weil die Ermittlung der Trenngüte auf der Grundlage der Trennfunktion mit erheblichem Analysen- und Verrechnungsaufwand verbunden ist, wird sich in der Getreidereinigungstechnik i. allg. mit der Beurteilung des Trennerfolgs nach dem Komponentenausbringen begnügt. Bewertungsgrößen sind die Beimengungsabscheidung in Form des Trenneffekts und der Kornaustrag im Abgang als Kornverlust [4; 5, 6]. Der Trenneffekt E gibt das Verhältnis der im Abgang ausgetragenen Beimengungen A zu den auszutragenden Beimengungen B im Ausgangsmaterial an:

$$E = A/B. \quad (12)$$

Wenn es aufgrund der Zusammensetzung der Beimengungen erforderlich ist, muß zwischen realisiertem und absolutem Trenneffekt unterschieden werden. Der Kornverlust V_K gibt das Verhältnis von im Abgang ausgebrachten, aber nicht auszutragendem Korn q zum im Ausgangsmaterial enthaltenen, nicht abzutrennenden Korn Q an:

$$V_K = q/Q. \quad (13)$$

Je nach Reinigungsaufgabe ist zwischen technologischem und biologischem Kornverlust zu unterscheiden und erforderlichenfalls bei unnormalem Verlauf der Kornmerkmalsverteilungsfunktion wiederum der absolute Kornverlust auszuweisen.

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 ¹⁾	–	100,0 ²⁾	–	100,0 ¹⁾	–	100,0 ²⁾	–
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
gesamte DDR										
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 ²⁾	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 auszuschlie-

ßen 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 naznačenija

(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