

Der gegenseitige Austausch junger Wissenschaftler zwischen der Sowjetunion und der DDR ist der Ausdruck enger Zusammenarbeit auf allen wissenschaftlichen Gebieten. Auch in der Landtechnik vollenden viele junge Ingenieure aus der UdSSR und der DDR ihr Studium jeweils im anderen Land. In Würdigung dieser engen und fruchtbaren Verbindung veröffentlichen wir anlässlich des 50. Jahrestages der Sowjetmacht nachfolgend die wissenschaftliche Arbeit eines sowjetischen Diplom-Ingenieurs, der am Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden eine Aspirantur innehat.

Vorbemerkungen

Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten beim Getreidehäckseln:

1. Die Häckseltrommel kommt vor die Dreschtrommel des Mähdreschers. Dadurch wird eine gleichmäßige Speisung der Dreschtrommel gewährleistet.
2. Das Getreide wird mit einem Feldhäckslers gehäckselt und auf Wagen mit 40 bis 60 m³ Fassungsvermögen zur stationären Trennanlage transportiert, die den Strohhäcksel vom Korn trennt. (Dabei werden auch die Körner aus dem vom Feldhäckslers nicht ausgedroschenen Ähren entfernt).

Bekanntlich ist für den Druschprozeß eine bestimmte Kraft erforderlich. A. M. PUSTYGIN [1] hat nachgewiesen, daß 80 % der benutzten Kraft verlorengehen für das Zerreißen und Zerschlagen des Getreides sowie für die Überwindung des Luftwiderstandes und der Lagerreibung, so daß für den übrigen Dreschvorgang nur 20 % der gesamten Kraft zur Verfügung stehen. Versuche von M. E. KOZLITINA [2], A. M. CHELADZE [3] und G. SEGLER [4] haben gezeigt, daß im Falle Nummer 1 bei einem Durchsatz von ungefähr 3 kg/s weniger Kraft gebraucht wird als beim Dreschen von Langstroh.

Bei Einführung der Technologie entsprechend Fall 2 ist zunächst eine Ermittlung der einzelnen Parameter (Häcksellänge) Messerform, Messergeschwindigkeit, Konstruktion der Trennanlagen usw. erforderlich.

Beim Getreidehäckseln wird eine bestimmte Menge Körner beschädigt. Die beschädigten Körner weisen Makroschäden (meistens halbierte Körner) und Mikroschäden (geringfügige Oberflächenbeschädigungen, Risse usw.) auf. Makroschädigte Körner lassen sich mit Kornreinigungsmaschinen entfernen.

Versuche von K. G. KOLGANOV [5] und F. M. KUPERMAN [6] haben gezeigt, daß die Mikroschädigungen einen großen Einfluß auf die Keimfähigkeit der Körner haben.

An der Litauischen Akademie für Landwirtschaft wurde drei Jahre lang erprobt, inwieweit beim Getreidehäckseln mechanische Körnerbeschädigungen auftreten. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen hier mitgeteilt werden.

* Aspirant am Institut für Landtechnische Betriebslehre der TU Dresden
Arbeit aus der Litauischen Akademie für Landwirtschaft

(Schluß von Seite 458)

Möglichkeit der Kostenverbilligung. Bei den stationären Anlagen entstehen durch den erforderlichen Bauanteil und dessen Abschreibungen Kostenerhöhungen von etwa 8 bis 10 %. Die Anlagen sind wirtschaftlich zu gestalten, wenn das Grüngetreide vorgewelkt und als Brennstoff Heizöl der Sorte HE-B verwendet wird. Die Trocknungskosten sind dann, bei höherer Trocknungsgutproduktion, denen anderer landwirtschaftlicher Trocknungsanlagen anzugleichen. A 6982

1. Verwendete Maschinen und Methodik der Versuche

Für die Untersuchungen wurde eine Häckseltrommel vom Feldhäckslers E 065 benutzt. Folgende Erwägungen waren dafür maßgebend:

- a) Die Trommel hat eine geringere Masse und kleinere Ausmaße als die Scheibe und der Schlegel.
- b) Die Messer der Trommel sind ununterbrochen im Eingriff, so daß der Drehmomentenverlauf gleichmäßiger ist.
- c) Die verwendete Trommel läßt sich zur Wurf trommel weiterentwickeln.

Es wurden weiterhin Versuche mit der Wurf trommel, dem Scheibenrad und dem Schlegel angestellt, um Vergleichsmaßstäbe zu erhalten.

Am E 065 erfolgten nachstehend genannte Veränderungen:

- a) Ein Variator garantierte Förderbandgeschwindigkeiten von 1,7 bis 12 m/s (Bild 1);
- b) ein Variator auf der Trommelwelle garantierte Messergeschwindigkeiten von 8 bis 25 m/s;
- c) ein Variator auf der Gebläsewelle (Bild 2) gewährleistete Schaufelgeschwindigkeiten von 27 bis 60 m/s.

Diese Änderungsmöglichkeiten sind ein großer Vorteil, weil man damit ermitteln kann, wie sich jeder einzelne Parameter auf die Körnerbeschädigung auswirkt.

Die Körnerbeschädigung wurde an zwei Kulturen (Roggen „Lietuvos III“ und Gerste „Auksinai II“) festgestellt.

Die während der Versuche genommenen Proben wurden gewogen und die freien Körner aus der gehäckselten Masse entfernt. Nach dem Reinigen und Abwiegen der Körner wurden drei bis vier Kornproben zu je 50 g aus der gereinigten Kornmenge entnommen. Jedes Korn hat man mit der Lupe eingehend untersucht und selbst bei kleinster Beschädigung in die Gruppe der beschädigten Körner eingeordnet. Der Prozentsatz der beschädigten Körner ergab sich durch sehr genaues Wiegen. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe der mathematischen Statistik überprüft.

Die Berechnung der theoretischen Häcksellänge erfolgte nach der Formel

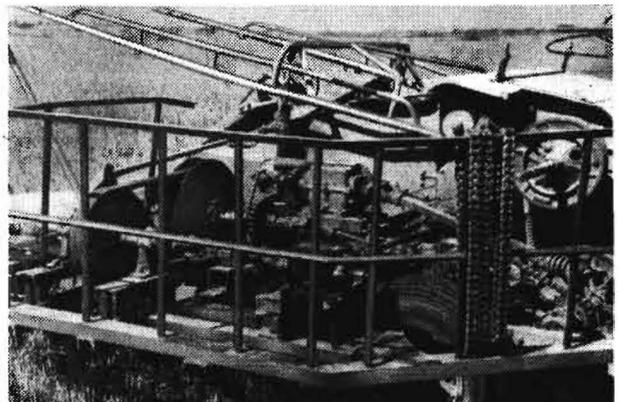
$$L_t = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot v_t}{n \cdot z} \text{ [mm] .}$$

v_t Geschwindigkeit des Förderbandes [m/s],

n Umdrehungszahl der Häcksel trommel [min^{-1}],

z Messerzahl.

Bild 1. Für die Versuche aufgebaute Variatoren für die Drehzahl der Trommelwelle und für die Förderbandgeschwindigkeit



Im weiteren Text werden folgende Abkürzungen benutzt:

- v_a Messergeschwindigkeit der Häckseltrommel in m/s
- v_e Schaufelgeschwindigkeit des Gebläses in m/s
- L_t theoretische Schnittlänge in mm
- W_1 Kornfeuchtigkeit in %
- W_2 Strohfeuchtigkeit in %
- W_3 Unkrautfeuchtigkeit in %
- g durchschnittlicher Durchsatz in kg/s.

2. Versuchsergebnisse

Die Körner werden vor allem durch das Schneiden sowie beim Aufprall auf die Gebläseschaukel, spitze Maschinenteile und auf die Maschinenwände beschädigt.

Die die Körnerbeschädigungen beeinflussenden Faktoren sollen nachstehend eingeschätzt werden.

2.1. Theoretische Häcksellänge

Die Menge der beschädigten Körner richtet sich vor allem danach, wie oft die Ähren zerschnitten werden. Deshalb ist es am günstigsten, wenn die Häcksellänge die Durchschnittslänge der Ähren übersteigt. Dadurch werden die meisten Ähren nur einmal geschnitten und einige rutschen ungeschnitten durch (Bild 3). Beim Roggenhäckseln (Kurve a und b) kommt im Fall b die geringere Körnerbeschädigung daher,

Bild 3
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Getreidehäckseln mit Häckseltrommel in Abhängigkeit von der theoretischen Häcksellänge;

- Kurve a - Roggen -:
 $v_a = 12,8$ m/s; $v_e = 38,4$ m/s; $W_1 = 16,7$ %, $W_2 = 29,0$ %, $W_3 = 78,8$ %;
- Kurve b - Roggen -:
 $v_a = 12,8$ m/s; $v_e = 0$ m/s; $W_1 = 17,3$ %, $W_2 = 44,7$ %, $W_3 = 75,4$ %;
- Kurve c - Gerste -:
 $v_a = 12,8$ m/s; $v_e = 36,4$ m/s; $W_1 = 18,4$ %, $W_2 = 60,4$ %, $W_3 = 72,6$ %

Bild 4
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Gerstehäckseln in Abhängigkeit von der theoretischen Häcksellänge;

- Kurve a - Scheibenradhäcksler -:
 $v_a = 35,0$ m/s; $v_e = 38,5$ m/s; $W_1 = 19,7$ %, $W_2 = 48,9$ %, $W_3 = 77,4$ %;
- Kurve b - Scheibenradhäcksler -:
 $v_a = 35,0$ m/s; $v_e = 38,5$ m/s; $W_1 = 14,1$ %, $W_2 = 31,2$ %, $W_3 = 82,1$ %;
- Kurve c - Wurftrömmelhäcksler -:
 $v_a = 30,4$ m/s; $W_1 = 15,3$ %, $W_2 = 26,1$ %, $W_3 = 58,3$ %

Bild 5
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Getreidehäckseln mit Häckseltrommel in Abhängigkeit von der Messergeschwindigkeit;

- Kurve a - Roggen -:
 $L_t = 100$ mm, $v_e = 38,4$ m/s; $W_1 = 15,0$ %, $W_2 = 27,6$ %, $W_3 = 58,6$ %;
- Kurve b - Gerste -:
 $L_t = 60$ mm, $v_e = 37,6$ m/s; $W_1 = 15,0$ %, $W_2 = 21,0$ %, $W_3 = 43,0$ %;
- Kurve c - Gerste -:
 $L_t = 100$ mm, $v_e = 37,6$ m/s; $W_1 = 15,0$ %, $W_2 = 21,0$ %, $W_3 = 43,0$ %

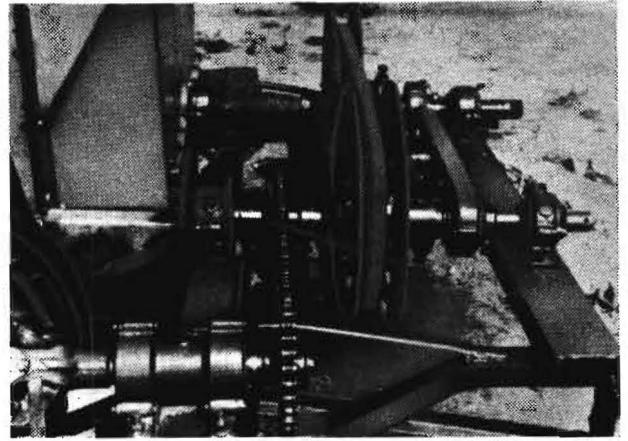


Bild 2. Variator auf der Gebläseschnecke

daß beim Transport der Häckselmasse kein Gebläse benutzt wurde und die Feuchtigkeit der Masse größer als im Fall a war. Der Verlauf der Kurve c - Gerstehäckseln - ist fast gleich wie bei Roggen. Es ist zu bemerken, daß auf Grund der biologischen Eigenschaften Gerstenkörner weniger beschädigt werden als Roggenkörner.

Zum Vergleich dienten Versuche mit einem Scheibenradhäcksler. Die Vergrößerung der Häcksellänge wurde durch Verringerung der Messerzahl erreicht. Bis 50 mm Häcksellänge nimmt bei Gerste (Bild 4 a) die Körnerbeschädigung deutlich ab, bei Häcksellängen über 50 mm dagegen bleibt sie annähernd konstant. Kurve b in Bild 4 zeigt ein ähnliches Verhalten.

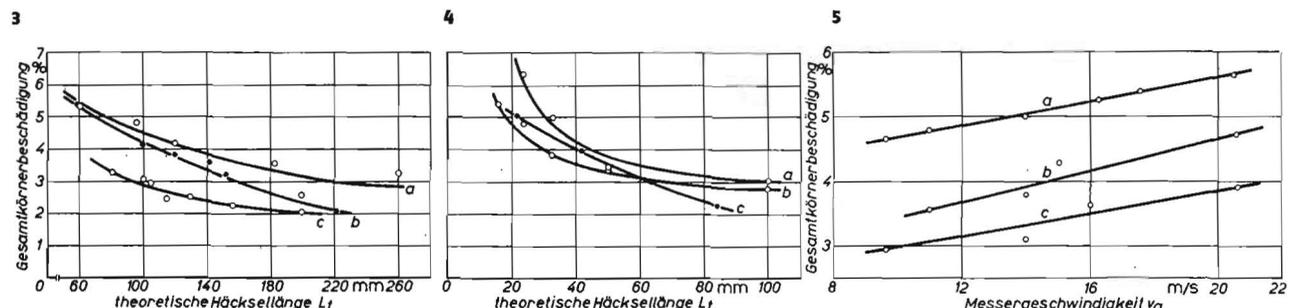
Bei mit Wurftrömmel gehäckselter Gerste (Bild 4, Kurve c) verringerte sich die Körnerbeschädigung mit zunehmender Schnittlänge.

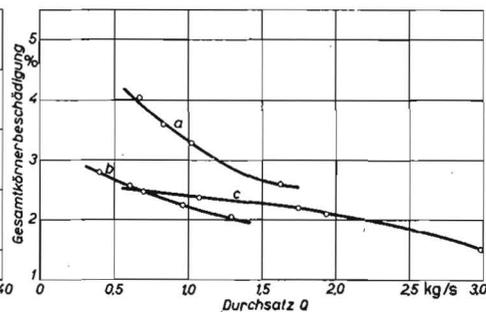
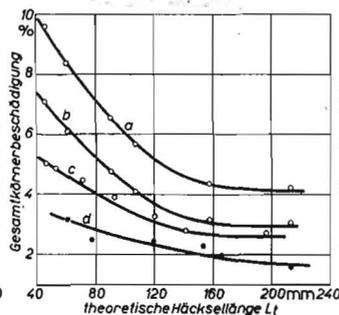
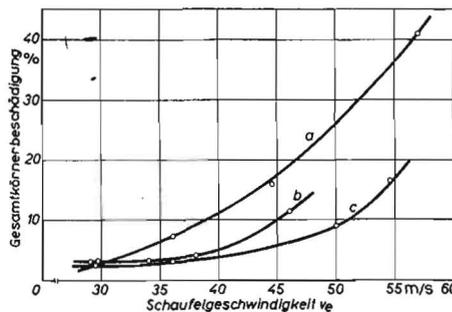
Wenn man 80 mm Häcksellänge zugrunde legt und die Ergebnisse der Häckseltrommel, des Scheibenrades und der Wurftrömmel miteinander vergleicht, stellt man fest, daß die Körnerbeschädigung bei der Wurftrömmel am niedrigsten liegt. Aus den Versuchen mit diesen drei Typen von Häckselapparaten geht hervor:

- a) Theoretische Häcksellängen zwischen 120 bis 180 mm sind für den Trommelhäcksler am günstigsten;
- b) neue Wurftrömmeln für Getreidehäcksler müßten projiziert und produziert werden;
- c) der Scheibenradhäcksler ist infolge des geringen Durchsatzes nicht brauchbar;
- d) beim Gerstehäckseln ist eine möglichst kurze Schnittlänge zu wählen.

2.2. Umfangsgeschwindigkeit der Häckseltrommel

Die Variierung der Messergeschwindigkeit ändert die Bedingungen des Schnittprozesses. Die Schnittzeit wird kürzer und der Stoß am Polster der Masse stärker, wenn die Messergeschwindigkeit zunimmt. Das wirkt sich auf die Körnerbeschädigung aus.





6

7

8

Bild 6
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Getreidehäckseln mit Häckseltrommel in Abhängigkeit von der Schaufelgeschwindigkeit des Gebläses;

Kurve a - Roggen -:
 $L_t = 155$ mm, $v_a = 13,1$ m/s; $W_1 = 13,1$ %, $W_2 = 16,2$ %, $W_3 = 70,1$ %;

Kurve b - Roggen -:
 $L_t = 80$ mm, $v_a = 12,8$ m/s; $W_1 = 14,3$ %, $W_2 = 36,3$ %, $W_3 = 82,7$ %;

Kurve c - Gerste -:
 $L_t = 100$ mm, $v_a = 12,8$ m/s; $W_1 = 18,4$ %, $W_2 = 60,4$ %, $W_3 = 72,6$ %

Bild 7
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Getreidehäckseln mit Häckseltrommel in Abhängigkeit von der theoretischen Häcksellänge und der Massefeuchtigkeit;

Kurve a u. b - Roggen -:
 $v_a = 17,2$ m/s, $v_e = 0$ m/s; $W_1 = 42,5$ %, $W_2 = 50,8$ %, $W_3 = 76,6$ %;

Kurve c - Gerste -:
 $v_a = 17,1$ m/s, $v_e = 37,6$ m/s; $W_1 = 11,5$ %, $W_2 = 16,4$ %, $W_3 = 20,8$ %;

Kurve d - Gerste -:
 $v_a = 12,8$ m/s, $v_e = 41,0$ m/s; $W_1 = 26,0$ %, $W_2 = 37,0$ %, $W_3 = 67,2$ %

Bild 8
Mittlere Gesamtkörnerbeschädigungen beim Gerstehäckseln in Abhängigkeit vom Durchsatz;

Kurve a - Häckseltrommel -:
 $L_t = 120$ mm, $v_a = 13,1$ m/s, $v_e = 37,6$ m/s; $W_1 = 13,6$ %, $W_2 = 30,2$ %, $W_3 = 23,8$ %;

Kurve b - Schlegelhäcksler -:
 $W_1 = 18,3$ %, $W_2 = 56,3$ %, $W_3 = 69,2$ %;

Kurve c - Wurftrammelhäcksler -:
 $L_t = 84$ mm, $v_a = 30,4$ m/s; $W_1 = 15,3$ %, $W_2 = 26,1$ %, $W_3 = 58,3$ %

Einige Autoren haben festgestellt, daß mit Vergrößerung der Messergeschwindigkeit die zum Häckseln erforderliche Kraft kaum ansteigt. Diese Meinungen werden durch unsere Versuche bestätigt.

Bei zunehmender Schnittgeschwindigkeit verringert sich die Möglichkeit, daß die Körner der Wirkung des Messers entgehen, so daß die Körnerbeschädigung größer wird. Das sieht man deutlich aus Bild 5. Beim Roggenhäckseln (Kurve a) und Gerstehäckseln (Kurve b und c) stieg die Körnerbeschädigung bei einer Vergrößerung der Messergeschwindigkeit um 10 m/s etwa um 1,0 %.

Der Unterschied zwischen den Kurven b und c ergibt sich aus der unterschiedlichen theoretischen Häcksellänge, die im zweiten Fall $L_t = 60$ mm betrug.

Kurve a und c zeigen, daß die Roggenkörner stärker beschädigt werden als die Gerstenkörner.

Bei unseren Versuchen wurde festgestellt, daß mit Vergrößerung der Messergeschwindigkeit die Zahl der Strohstücke, die die theoretische Häcksellänge haben, zunimmt und sich die Zahl der Strohstücke, die länger als 260 mm sind, verringert. Bei einer theoretischen Häcksellänge $L_t = 100$ mm

werden bei Messergeschwindigkeiten zwischen 9,65 und 21,0 m/s mittlere Häcksellängen zwischen 132 und 92 mm erreicht. Daraus geht hervor, daß die Messergeschwindigkeit 16,0 m/s nicht unterschreiten darf.

2.3. Umfangsgeschwindigkeit der Gebläseschaufeln

Für den Transport der Häckselmasse kann man ein Gebläse benutzen. Durch die Wirkung der Schaufel werden 80 bis 99,9 % der Körner von den Ähren getrennt. Dabei kommt es zu Körnerbeschädigungen. Diese hängen von der Schaufelgeschwindigkeit des Gebläses ab. Wenn die Schaufelgeschwindigkeit von 29,0 auf 40,0 m/s ansteigt, nimmt die Körnerbeschädigung bei Roggen (Bild 6, Kurve a) und Gerste (Kurve c) nur wenig zu, eine weitere Erhöhung der Schaufelgeschwindigkeit führt zu einer beträchtlichen Vergrößerung der Körnerbeschädigung.

Ein Vergleich von Kurve a und b zeigt, daß bei geringer Kornfeuchtigkeit größere Kornbeschädigungen auftreten, weil die Elastizität geringer ist.

Die Körnerbeschädigung läßt sich durch eine Verbesserung der Schaufel (Plastbezüge u. ä.) möglicherweise verringern. Gebläse sollte man nur bei Gerstehäckseln verwenden, auf alle Fälle darf die Schaufelgeschwindigkeit 40 m/s nicht übersteigen.

2.4. Feuchtigkeit der Getreidemasse

Bei normaler Kornfeuchtigkeit (Bild 7, c) ist bei Gerstehäckseln die Kornbeschädigung weitaus geringer als beim unreifen Roggen (Kurve a). Kurve a zeigt die Beschädigung der beim Häckselprozeß ausgedroschenen Körner, Kurve b zeigt die Körnerbeschädigung insgesamt. Aus Kurve a und b geht hervor, daß nur im Stadium der Vollreife gehäckseln werden sollte. Beim Gerstehäckseln (Bild 7, Kurve c und d) nimmt mit zunehmender Kornfeuchtigkeit die Körnerbeschädigung ab.

2.5. Durchsatz des Feldhäckslers

Die Förderbandgeschwindigkeiten beeinflussen die Häcksellänge. Bei dünnem Massepolster ist die Körnerbeschädigung größer als bei dickem Massepolster, weil dann die Körner der Wirkung des Messers leichter entgehen können. Beim Gerstehäckseln mit Trommelhäcksler (Bild 8, Kurve a), mit Wurftrammel (Kurve c) und mit Schlegelhäcksler (Kurve b) nimmt in allen Fällen die Körnerbeschädigung ab, wenn der Durchsatz zunimmt.

Zusammenfassung

- Die theoretische Häcksellänge von 120 bis 180 mm ist beim Getreidehäckseln mit Trommelhäcksler am günstigsten.
- Da die Wurftrammel die besten Resultate zeigt, ist es notwendig, neue Wurftrammeln zu projektieren und zu produzieren.
- Beim Gerstehäckseln können kürzere Häcksellängen als beim Roggenhäckseln gewählt werden.

- d) Eine Vergrößerung der Messergeschwindigkeit um 10 m/s zieht eine Zunahme der Körnerbeschädigung um 1,0 % nach sich. Die Messergeschwindigkeit darf nicht unter 16 m/s liegen.
- e) Gebläse können beim Gerstehäckseln zum Transport der Häckselmasse benutzt werden. Die Schaufelgeschwindigkeit darf nicht mehr als 40 m/s betragen.
- f) Getreide darf nur bei einer Kornfeuchtigkeit von 14 bis 20 % gehäckselt werden.
- g) Der Massedurchsatz muß mit der Konstruktion der Häckselapparate übereinstimmen. Die Vergrößerung des Massepolsters verringert die Körnerbeschädigung.
- h) Roggenkörner werden leichter beschädigt als Gerstenkörner. Deshalb muß der Feldhäcksler unterschiedliche

Häcksellängen, Messer- und Schaufelgeschwindigkeiten ermöglichen.

Literatur

- [1] PUSTYGIN, M. A.: Teorija i tehnologiceski rascet molotilich ustroistv. Selchozgiz 1948.
- [2] KOZLITINA, M. E.: Obmolot dleбноj masy s predvaritel'nim izmelceniem. Sbornik naučno — isledovatel'skich rabot aspirantov. VIM, Moskva 1959.
- [3] CHELADZE, A. M.: Issledovanie processa abmolota dleбноj masy s izmelceniem pored obmolotom. Autoreferat, Moskva 1966.
- [4] SEGLER, G.: Kraftbedarfssenkung beim Häckseldrusch. Landtechnische Forschung (1955) H. 1, S. 12 bis 14.
- [5] KOLGANOV, K. G.: Diferencialnyj obmolot kak sposob vydelenija biologiceski cennyh semjan. Sbornik trudov po zemledel'ceskoj mehanike T I Selchozgiz 1952.
- [6] KUPERMAN, F. M.: O vlijanij mehaniceskich povrezdenij na polevuju vschozest simjan. Selekeija i semenevodstov (1949) II. 1

A 6985

Trennen der Kartoffeln von Bodenkluten, Steinen und anderen Beimengungen¹

Ing. F. I. BATJAEW,
 Unionsforschungsinstitut für
 den Landmaschinenbau (WISCHOM)

Bodenkluten und Steine lassen sich von Kartoffeln durch Ausnützung der Unterschiede in der Lichtrückstrahlung trennen. In der Sowjetunion ist ein Funktionsmuster einer Maschine für die Reinigung von Kartoffeln mit Licht entwickelt worden, das in folgender Weise arbeitet (Bild 1):

Aus dem Aufgabebehälter *a* gelangen die Kartoffeln auf eine aus zwei gegensinnig rotierenden Schnecken bestehende Rinne *b*, in der sie einen Strom einzeln hintereinander liegender Knollen bilden. Am Ende der Schneckenrinne *b* werden die Knollen einzeln von einem Förderband *c* übernommen und durch eine Belichtungskammer *d* geführt. Ein lichtelektrisches Gerät schaltet eine mechanische Abscheidevorrichtung *e* mit einer gewissen Verzögerung immer dann ein, wenn das auszuscheidende Objekt sich an ihr vorbeibewegt.

Das lichtelektrische Gerät (Bild 2) besteht aus 2 Fotozellen *P*₁ und *P*₂. An der Fotozelle *P*₁ werden die zu reinigenden Kartoffeln vorbeigeführt und das in die Fotozelle eindringende Licht *L*₁ wird in elektrische Impulse *I*₁ umgewandelt, deren Stärke vom Reflektionsvermögen der vorbeigeführten Körper abhängt. Die zweite Fotozelle *P*₂ befindet sich über einer Vergleichsknolle, von der ein konstanter Lichtstrom *L*₂ in die Zelle dringt, die ihn in den konstanten Strom *I*₂ umwandelt. Die Fotozellen gehören zu einer Meßbrücke, in der die Ströme *I*₁ und *I*₂ miteinander verglichen werden. Wenn der Impuls durch eine Bodenklute oder einen Stein hervorgerufen wird, dann kommt die Brücke aus dem Gleichgewicht, z. B. in positiver Richtung. Die Differenz $I = I_1 - I_2$ genügt, um ein hochempfindliches Relais *R*₁, das sich in der Brückendiagonale befindet, ansprechen zu lassen. Das Relais *R*₁ schließt mit seinen Kontakten den Stromkreis eines Leistungsrelais *R*₂, das über eine Verzögerungsstufe das Stellglied (Elektromagnet mit Ventil) betätigt, von dem der auszuscheidende Körper abgeworfen wird. Wenn sich in der Belichtungskammer kein Körper befindet, wird die Brücke in der anderen Richtung aus dem Gleichgewicht gebracht. Geht eine Kartoffel durch die Kammer, so bleibt die Brücke im Gleichgewicht.

Als optimale Betriebswerte haben sich erwiesen:
 Förderbandgeschwindigkeit $v_{opt} = 0,4$ m/s und
 Impulsfrequenz $f_{opt} = 3,05$ s⁻¹.

Die Reinigungsleistung kann nach folgender Gleichung berechnet werden:

$$L = 3,6 \cdot f \cdot m \quad [t/h]$$

Hierin ist:

m die mittlere Knollenmasse in kg

Bei *m* = 0,1 kg ist *L* = 1,1 t/h

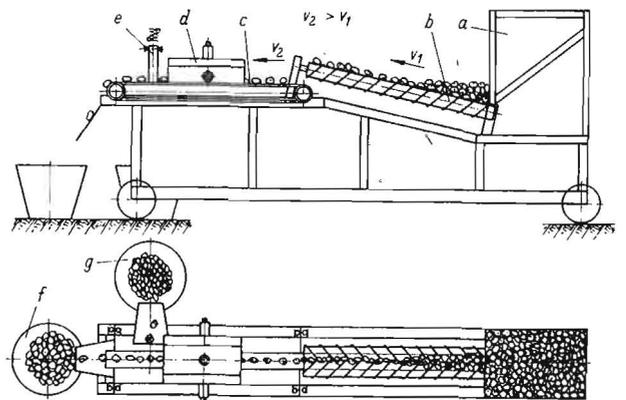


Bild 1. Schematische Darstellung des Abscheidevorgangs; *a* Aufgabebehälter, *b* Doppelschneckenrinne, *c* Förderband, *d* Belichtungskammer, *e* Abwurfvorrichtung, *f* Behälter für die gereinigten Knollen, *g* Behälter für die abgeschiedenen Beimengungen

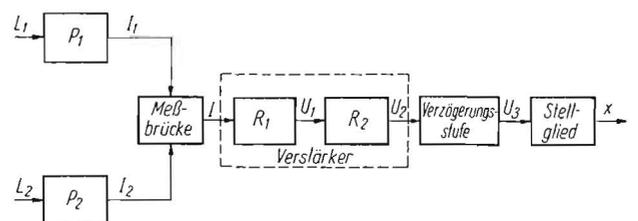


Bild 2. Schema der fotoelektrischen Trennung

¹ Aus „Traktory i sel'chozmasiny“, Moskau (1966) II. 9, S. 34 bis 37; (Übersetzt, gekürzt und bearbeitet von Dr.-Ing. W. BALKIN, KDT)