

Zur Anwendung profilierter Untersiebe in der Getreidereinigung

Dozent Dr. Ju. I. Ermolev, Hochschule für Landmaschinenbau Rostow am Don (UdSSR)

Besondere Bedeutung bei der Intensivierung der Getreidereinigung in Siebsichtmaschinen kommt der Verbesserung des Trennprozesses auf den Untersieben zu, deren Leistung die Produktivität der gesamten Maschine ganz wesentlich bestimmt.

Aus einer Analyse moderner Tendenzen zur Steigerung des Trenneffektes bei der Getreidereinigung mit Sieben geht als eine Entwicklungsrichtung die Schaffung solcher Arbeitsflächen hervor, die eine gerichtete Bewegung der Partikel der Durchgangsfraction zu den Sieböffnungen gewährleisten. Bei der Untersuchung dieser Richtung an der Hochschule für Landmaschinenbau Rostow [1] ist eine Konstruktion von Untersieben mit profilierter Arbeitsfläche entwickelt worden (Bild 1).

Die Längsprofilierung gewährleistet eine Orientierung der Siebgutpartikel auf die Sieböffnungen, wodurch die Siebeffektivität gesteigert wird. Weiterhin wird dadurch auch die Gefahr der Verstopfung der Sieböffnungen herabgesetzt.

Die geometrischen Hauptparameter der Arbeitsfläche eines profilierten Untersiebes sind

- Weite der Sieböffnungen w
- Profiltteilung S
- Profiltwinkel (Flankenneigung) 2ψ .

Zur Bestimmung rationeller Parameter der Siebarbeitsfläche und für die Untersuchung des Trennprozesses sind mathematische Modelle entwickelt worden, die die Technologie des Siebprozesses beschreiben. Es wurden 5 Hauptfaktoren gefunden (Tafel 1), die es gestatten, die Arbeit eines Siebwerkes bei verschiedenen Reinigungsbedingungen zu beurteilen. Die Weite w der Sieböffnungen wählt man entsprechend der Größe der zu reinigenden Kultur und der technologischen Aufgaben, die dem Sieb gestellt werden. Für die hier beschriebenen Untersuchungen wurde $w = 2$ mm festgelegt.

Zur Untersuchung dieses Bereichs (Tafel 1) wurde ein Fünf-Faktoren-Plan nach Hartly [2] aufgestellt, dessen Matrize der Experimente 27 Zeilen enthält. Für jeden Versuchspunkt wurden 4 Belegungen gewählt. Als Versuchsgut wurde Weizen der Sorte 'Bezostaja I' mit folgenden Parametern verwendet:

- Kornlänge $6,29 \pm 0,667$ mm
- Korndicke $2,83 \pm 0,215$ mm
- TKM $33,15$ g
- Kornfeuchte $13,5\%$
- Beimengungen $1,5\%$ Unkraut und mineralische Bestandteile (feine Beimengungen)
 $8,53\%$ Schmachtkorn.

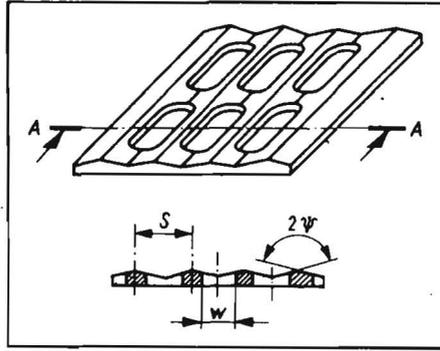


Bild 1. Profilierter Untersieb mit gestanzten Löchern

Untersucht wurden 2 hintereinander angeordnete Profilsiebe mit einer Länge von 790 mm, einer Siebneigung von $\alpha = 6^\circ$ und einer Schwingamplitude von $r = 8$ mm.

Bei der Abarbeitung des Versuchsplans auf einer speziellen Labor-Versuchseinrichtung [3] wurden folgende technologische Hauptkennzahlen ermittelt:

- Trenneffekt ϵ_{sch} des Schmachtkornes
 - Trenneffekt ϵ_i der kleinen Beimengungen.
- Zur Verwendung dieser Ergebnisse wurden Kennzahlen für Sieblängen von 790, 990 und 1580 mm berechnet.

Aus dem erhaltenen Datenmaterial wurden mathematische Modelle [2] aufgestellt, die in adäquater Weise die Experimentalergebnisse beschreiben.

Die Analyse des Trennprozesses, die mit Hilfe der mathematischen Modelle auf einer EDVA durchgeführt wurde, brachte folgende Ergebnisse:

- Die zweckmäßigste Größe des Flankenwinkels beträgt $2\psi = 135 \dots 150^\circ$.
- Die Profiltteilung hat sich nach den technologischen Forderungen des Trennprozesses zu richten und bewegt sich in den Grenzen von

$$S = w + (2,5 \dots 3,0 \text{ mm}). \quad (1)$$

Mit größer werdender Teilung verringert sich der Durchgang der Komponenten des Siebgutes.

Für rationale Werte der geometrischen Parameter 2ψ und S haben die mathematischen Modelle für die Reinigung von Weizen folgendes Aussehen:

$$\begin{aligned} \epsilon_{sch}(790) = & -1,264971 - 0,156537 \cdot Q \\ & -0,042034 \beta + 1,010574 n \\ & -0,000331 Q \beta + 0,004338 Q n \\ & +0,009079 \beta n + 0,010035 Q^2 \\ & -0,000169 \beta^2 - 0,113287 n^2 \quad (2) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_i(790) = & -0,618398 - 0,008615 Q \\ & -0,001010 \beta + 0,441057 n \\ & -0,000648 Q \beta + 0,001822 Q n \\ & +0,004582 \beta n - 0,003489 Q^2 \\ & -0,000209 \beta^2 - 0,05453 n^2 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sch}(990) = & -2,351841 - 0,150975 Q \\ & -0,032079 \beta + 1,225133 n \\ & -0,000597 Q \beta + 0,008391 Q n \\ & +0,009920 \beta n + 0,008441 Q^2 \\ & -0,000267 \beta^2 - 0,132648 n^2 \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_i(990) = & -1,031257 + 0,054245 Q \\ & -0,000246 \beta + 0,548262 n \\ & -0,000666 Q \beta + 0,002529 Q n \\ & +0,004815 \beta n - 0,010023 Q^2 \\ & -0,000221 \beta^2 - 0,062590 n^2 \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{sch}(790 \times 2) = & 7,701234 - 0,133566 Q \\ & -0,079311 \beta - 0,926585 n \\ & -0,001064 Q \beta + 0,018511 Q n \\ & +0,010930 \beta n \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_i(790 \times 2) = & 3,643288 - 0,027626 Q \\ & -0,033125 \beta - 0,364472 n \\ & -0,000330 Q \beta + 0,00291 Q n \\ & +0,004598 \beta n \quad (7) \end{aligned}$$

Für profilierte Untersiebe mit einer Weite der Sieböffnungen $w \neq 2,0$ mm berechnet sich der Trenneffekt für die j-te Komponente des Siebgutes zu

$$\epsilon_j(w) = \epsilon_j(w = 2,0) K_j \quad (8)$$

$\epsilon_j(w = 2,0)$ Trenneffekt der j-ten Komponente des Siebgutes bei 2 mm Sieböffnung entsprechend Gln. (2) bis (7)

K_j Koeffizient, der die Veränderung des Trenneffektes in Abhängigkeit von der Sieböffnung erfaßt (Tafel 2).

Spezielle Experimente, die mit 790 mm langen Sieben unterschiedlicher Öffnungsweite in Serienmaschinen durchgeführt wurden ($\alpha = 8^\circ$, $r = 7,5$ mm, $n = 7,17 \text{ s}^{-1}$, $\beta = 90^\circ$), lieferten für den Koeffizienten K_j die in Tafel 2 zusammengestellten Werte.

Die Optimierung der Arbeitsparameter eines Siebsatzes aus zwei 790 mm langen Sieben mit einer Weite der Sieböffnungen von 2 mm erfolgte auf einer EDVA unter Verwendung der Prozeßmodelle der Gln. (6) und (7). Grundkriterium war die ökonomische Effektivität des Trennprozesses [3], als Einschränkung galten die Agrotechnischen Forderungen an die Arbeit von Untersieben. Die Analyse hat gezeigt, daß für einen spezifischen

Tafel 1. Faktoren und ihre Niveaustufen

Niveaustufe	Faktoren		Profiltwinkel	Schwingenwinkel	Schwingfrequenz
	spezifischer Durchsatz Q	Profiltteilung S			
	kg/m · s	mm	2ψ °	β °	n s ⁻¹
obere +1	5,5	8,0	150	66	8,30
mittlere 0	3,6	6,5	120	78	7,65
untere -1	1,9	5,0	90	90	7,00

Tafel 2. Werte des Koeffizienten K_j in Abhängigkeit von der Größe der Sieböffnungen für Schmachtkorn und feine Beimengungen

Öffnungsweite w mm	K_j	
	Schmachtkorn	feine Beimengungen
1,7	0,9581	0,9980
2,0	1,0	1,0
2,2	1,0196	1,0551
2,4	1,0812	1,0842
2,6	1,1620	1,1263

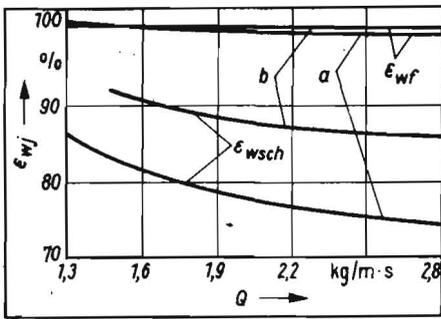


Bild 2. Trenneffekt des profilierten Untersiebels bei Schmachtkorn ϵ_{wsch} und feinen Beimengungen ϵ_{wf} in Abhängigkeit vom spezifischen Durchsatz Q und der Anzahl hintereinander angeordneter Siebe; a 2 Siebe mit einer Länge von je 790 mm, 1. Sieb mit einer Lochweite von 2,0 mm, 2. Sieb mit einer Lochweite von 2,2 mm; b 3 Siebe mit einer Länge von 790 mm, 1. und 2. Sieb mit einer Lochweite von 2,0 mm, 3. Sieb mit einer Lochweite von 2,2 mm

Durchsatz von $1,67 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ $S = 4,5 \text{ mm}$, $2 \psi = 145^\circ$, $\beta = 66^\circ$, $n = 7,334 \text{ s}^{-1}$ optimal sind. Hierbei betragen die technologischen Kennzahlen $\epsilon_{sch} = 84,1\%$ und $\epsilon_f = 100\%$. Mit zunehmendem spezifischen Durchsatz bis auf $3,8 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ haben sich die Optimalparameter nicht verändert, nur ϵ_{sch} ist abgefallen. So betragen bei $Q = 3,33 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ $\epsilon_{sch} = 70,79\%$ und $\epsilon_f = 100\%$. Für die kinematischen Parameter eines Siebwerkes, das in einer modernen Getreidereinigungsmaschine anzutreffen ist ($r = 8 \text{ mm}$, $\alpha = 6^\circ$, $\beta = 90^\circ$), sind nach der o. g. Methode

die technologischen Kennzahlen berechnet und im Bild 2 dargestellt worden. Vergleichsuntersuchungen mit je 2 hintereinander angeordneten Flach- und Profilsieben mit $2,0 \text{ mm}$ Sieböffnung wurden ebenfalls mit dem oben angegebenen Reinigungsgut durchgeführt. Die kinematischen Parameter ($r = 8 \text{ mm}$, $n = 7,167 \text{ s}^{-1}$, $\alpha = 6^\circ$) entsprechen u. a. dem kinematischen Regime der Serienmaschinen OZAV-1030000 und OVP20-A. Diese Versuche liefen nach einem Einfaktorenplan ab, wobei der spezifische Durchsatz der variable Faktor war. Die Versuchsergebnisse, die aus jeweils drei Belegungen errechnet wurden, sind im Bild 3 dargestellt. Bild 4 zeigt die Abscheideeffektivität des Schmachtkorns bei einem spezifischen Durchsatz von $2,192 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ unter den obigen Arbeitsbedingungen. Die statistische Sicherung der Unterschiede zwischen den Effektivitätskennzahlen der flachen und profilierten Siebe (Bild 3) erfolgte mit dem Studentischen Test. In jedem Fall waren die Unterschiede für ϵ_{sch} bedeutend. Für ϵ_f wurde ein bedeutender Unterschied erst für einen spezifischen Durchsatz $> 2 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ festgestellt. Für $\epsilon_{sch} = 0,65$, was der Arbeit von Untersieben in der Vorreinigung entspricht, ist aus Bild 3 ersichtlich, daß Flachsiebe einen spezifischen Durchsatz von $1,38 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ und Profilsiebe einen spezifischen Durchsatz von $2,10 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ erreichen. Das ist eine Produktivitätssteigerung auf 152 %. Bei einem spezifischen Durchsatz von $2,10 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$ liegt der Trenneffekt der profilierten Siebe im Vergleich zu den Flachsieben bei der Schmachtkornabtrennung 1,52mal und bei der Abtrennung der feinen Beimengungen 2- bis 2,5mal höher.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, daß die Anwendung profilierter Untersiebe in Getreidereinigungsmaschinen deren Leistung ohne nennenswerte Änderung der Konstruktionsparameter ganz beachtlich erhöht.

Zusammenfassung

Aus experimentellen Untersuchungen für den Trennprozeß auf profilierten Untersieben für Getreidereinigungsmaschinen werden mathematische Prozeßmodelle entwickelt. Mit Hilfe dieser Prozeßmodelle erfolgt die Optimierung der Konstruktionsparameter nach dem Trenneffekt. In Vergleichsuntersuchungen wird die Überlegenheit profilierter Untersiebe gegenüber den herkömmlichen Flachsieben mit Sicherheit nachgewiesen.

Literatur

- [1] Ermolev, Ju. I., u. a.: Rešetó dlya sortirovanija zerna (Sieb zur Getreidesortierung). A. s. UdSSR Nr. 414003. Otkrytija, izobretenija, promyšlennye obrazy i tovarnye znaki, Moskau (1974) 5, S. 26.
- [2] Tichomirov, V. B.: Planirovanie i analiz eksperimentov pri provedenii issledovanij v legkoj i tekstil'noj industrii (Planung und Analyse von Experimenten bei der Durchführung von Untersuchungen in der Leicht- und Textilindustrie). Moskva: Legkaja industrija 1974, S. 263.
- [3] Ermolev, Ju. I.: Primenenie gofrirovannyh rešetó dlya pervičnojo očistki zernovih kul'tur (Anwendung von profilierten Sieben zur Vorreinigung von Getreidekulturen). Traktory i sel'chozmašiny, Moskva (1981) 10, S. 25-27.

A 4613

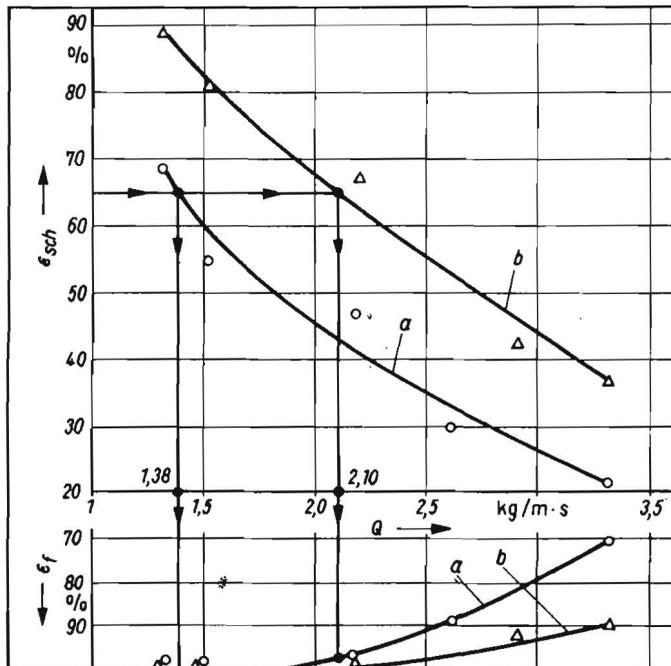
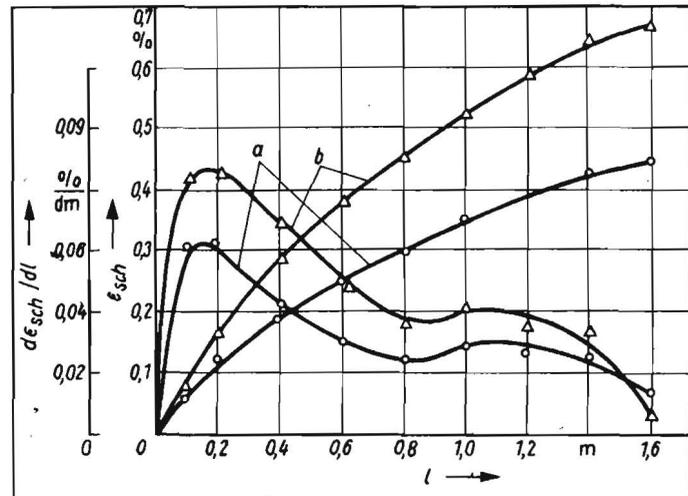


Bild 3. Trenneffekt von zwei hintereinander angeordneten Flach- und Profilsieben bei Schmachtkorn ϵ_{sch} und feinen Beimengungen ϵ_f in Abhängigkeit vom spezifischen Durchsatz Q ; a Flachsieb, b Profilsieb

Bild 4. Effektivität ϵ_{sch} und Intensität $d\epsilon_{sch}/dl$ der Schmachtkornabtrennung in Abhängigkeit von der Sieblänge l für Flach- und Profilsiebe bei einem spezifischen Durchsatz von $2,192 \text{ kg/m} \cdot \text{s}$; a Flachsieb, b Profilsieb



Folgende Fachzeitschriften des Maschinenbaus erscheinen im VEB Verlag Technik:

agrartechnik; Feingerätetechnik; Fertigungstechnik und Betrieb; Hebezeuge und Fördermittel; Kraftfahrzeugtechnik; Luft- und Kältetechnik; Maschinenbautechnik; Metallverarbeitung; Schmierungstechnik; Schweißtechnik; Seewirtschaft