

1. Allgemeines

Zellenausleser oder Trieure haben die Aufgabe, Saatkörner nach der Länge zu sortieren (Langkornauslese) bzw. Bruch- oder Rundkörner vom Saatgetreide zu trennen (Kurz Kornauslese).

Man unterscheidet nach der Form des mit Zellen besetzten Elements: Zylindertrieur, Scheibentrieur (Cartertrieur) und Bandtrieur. In der Praxis ist der Zylindertrieur am häufigsten anzutreffen. Bei gegebenen Abmessungen eines Zellenauslesers wird dessen Leistungsfähigkeit von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Anzahl der je Zeiteinheit bereitgestellten leeren Zellen; sie hängt ab von der Größe der Zellenfläche, von der Zellenzahl je Flächeneinheit und von der Zellengeschwindigkeit;
- Ausnutzungsgrad der Zellen; Verhältnis der Anzahl der besetzten Zellen zur Anzahl der bereitgestellten Zellen, bezogen auf eine bestimmte Zellenfläche;
- Anzahl der Belegungen je Korn; davon abhängig, ob ein Korn, das von einer Zelle erfaßt wurde, endgültig aus dem Gemisch entfernt wird, oder ob es wieder in dieses zurückgelangt, um zu einem späteren Zeitpunkt erneut eine Zelle zu besetzen.

Die an einen Zellenausleser zu stellenden Forderungen lauten:

- hohe Sortierleistung bei kleinen Abmessungen, d. h. große Anzahl der je Zeiteinheit bereitgestellten Zellen, hoher Ausnutzungsgrad und nur eine Belegung je Korn.
- eindeutiges und möglichst vollständiges Abscheiden der unerwünschten Bestandteile. Das bedeutet: Einlagerung sämtlicher Körner in die Zellen und Abgabe der zwei Fraktionen Lang- und Kurzkorn an verschiedenen, möglichst weit voneinander liegenden Orten.

Für die schnelle Einlagerung bei großer Zellengeschwindigkeit sind vor allem der Ort der Beschickung und die Zellenform von Bedeutung. Letztere beeinflusst auch die getrennte Abgabe von Lang- und Kurzkorn.

2. Wirkungsweise der z. Z. in der DDR gefertigten Zylindertrieure

Die Beschickung der zylindrischen Zellenfläche erfolgt an einem Ende des Auslesers an der tiefsten Stelle der Ausletrommel. Das dabei entstehende nierenförmige Körnerpolster wandert in axialer Richtung durch die Trommel.

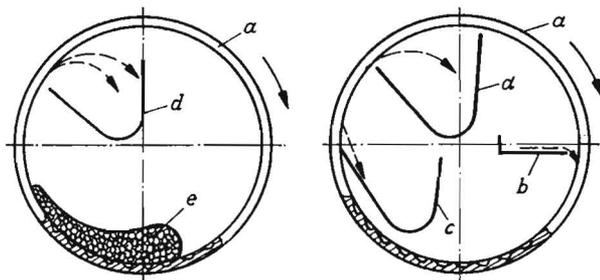


Bild 1. Zylindertrieur herkömmlicher Art und in verbesserter Ausführung; a Zellenmantel, b Beschickungseinrichtung für schleierförmige Zuführung, c Auffang- und Austrageinrichtung für Langkorn, d Auffang- und Austrageinrichtung für Kurzkorn, e Getreideniere

Durch die Trommelrotation wird es in Drehrichtung mitgenommen, fällt aber immer wieder in Richtung der tiefsten Stelle zurück. Dabei erfolgt eine ständige Unwälzung. Es kommen also immer andere Körner mit der Zellenfläche in Berührung und werden von den Zellen erfaßt. Während das Rund- und Bruchkorn mitgenommen und in eine Auffangmulde abgeworfen wird; fällt das Langkorn früher aus den Zellen heraus und auf das Körnerpolster zurück. Das einzelne Langkorn wird mehrmals von Zellen erfaßt.

Der Trennerfolg ist um so größer, je langsamer das Polster durch die Trommel wandert und je besser es gelingt, das Körnerpolster zu zerstören, damit nicht nur die sich außen an der Niere befindenden Körner von den Zellen mitgenommen werden. Die Sortierleistung sinkt jedoch mit der Durchflußgeschwindigkeit. Daher geht bei den Trommeltrieuren eine Steigerung der Sortierleistung zu Lasten des Reinheitsgrades. Eine Möglichkeit, dem abzuhelfen, besteht in der Ausbildung längerer Trommeln und in der Anbringung mechanischer Einrichtungen zur Zerstörung der Getreideniere. Dazu dienen Vibratoren, Klopf- und Schlägertrommeln. Eine für die maximale Ausnutzung der Zellenfläche günstigere Art der Beschickung besteht in der schleierförmigen Zuführung des Reinigungsgutes über die gesamte Trommellänge. Alle Körner müssen sofort von den Zellen erfaßt werden. Das Langkorn darf nicht in die Trommel zurückfallen, sondern beide Fraktionen müssen in getrennte Auffangmulden gelangen. Das erfordert möglichst große Trommeldurchmesser, denn in der Trommel müssen nun die Beschickungseinrichtung und die beiden Auffangmulden untergebracht werden (Bild 1).

3. Vorschläge für eine zweckmäßige Gestaltung

3.1. Wahl der äußeren Abmessungen

Die Körnerabgabe K hängt im wesentlichen vom Verhältnis Zentrifugalkraft/Gewicht ab:

$$K = \frac{\omega^2 \cdot r}{g}; \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot n \quad (1)$$

Als oberste Grenze wird $K = 0,75$ angegeben [2]. Daraus ergibt sich die in der Zeiteinheit bereitgestellte Zellenfläche A_t zu:

$$A_t = 2 \cdot r \cdot \pi \cdot l \cdot n \quad (2)$$

$$n = \frac{A_t}{2 \cdot r \cdot \pi \cdot l}$$

$$0,75 = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot A_t^2 \cdot r}{4 \cdot r^2 \cdot \pi^2 \cdot l^2 \cdot g} = \frac{A_t^2}{r \cdot l^2 \cdot g}$$

$$A_t = 0,866 \cdot l \cdot \sqrt{g \cdot r} \quad (3)$$

Das Zellenangebot wächst also linear mit der Zylinderlänge, aber degressiv mit dem Radius. Es ist daher unökonomisch, die Sortierleistung durch größere Zylinderdurchmesser steigern zu wollen. Man sollte vielmehr den konstruktiv kleinstmöglichen Durchmesser und die größtmögliche Länge für den Sortierzylinder wählen.

3.2. Wahl des Beschickungsortes

Das Korn trifft unter einem Winkel δ mit einer von der Beschickungshöhe abhängigen Geschwindigkeit v_{K0} auf die Zellenfläche. Das geschieht in Form eines unvollkommen elastischen, exzentrischen Stoßes. Es erfährt dabei durch

¹ Aus einer Diplomarbeit [1] am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRUNER)

die Reibung an der Zellenwand eine Winkelbeschleunigung um seine eigene Schwerachse und eine Beschleunigung in Richtung der Zellenbewegung. Außer der Stoßkraft F_{St} wirkt während der Stoßdauer T eine Zentrifugalkraft F_Z , deren Betrag im Verlauf des Stoßes zunimmt.

Infolge der Relativbewegung Korn/Zelle

$$v_{rel} = \omega \cdot r - v_K \quad (4)$$

rollt und gleitet es während T über eine Strecke

$$s = v_{rel} \cdot T \quad (5)$$

auf dem Zellenmantel. Je nach Größe von v_{rel} werden mehrere Zellen passiert. Dabei prallt das Korn gegen die Zellenkanten und wird weiter in Richtung der Zellenbewegung beschleunigt. Sofern eine maximal zulässige Relativgeschwindigkeit nicht überschritten wird, ist die Einlagerung der Körner in die Zellen zu erwarten. Erfolgt keine Einlagerung, so prallen die Körner zurück. Die Richtung des Rückpralls kann nicht genau vorausbestimmt werden; sie hängt davon ab, an welcher Stelle des Zellenflächenprofils das Korn zurückgeworfen wird.

Kurzkörner (Bruchkörner und runde Unkrautsamen) bewegen sich bei der Einlagerung auf freien Wurfparabeln, während Langkörner in die Zellen hineinkippen. Es sind drei Hauptlagen des Langkorns in der Zelle möglich (Bild 2) [3]. Davon sind jedoch nur die Steh- und die Querlage von Interesse, die Hängelage entsteht aus der Querlage. Mit einem Verbleib der Körner in der jeweiligen Zelle ist dann zu rechnen, wenn sie mindestens bis zur Hälfte ihres Durchmessers eintauchen. Das ist nur bei entsprechend kleinem v_{rel} möglich.

Bild 3 zeigt die maximal zulässigen Relativgeschwindigkeiten für Lang- und Kurzkorn. Sie liegen beim Kurzkorn insgesamt höher als beim Langkorn.

Die Beschickung kann nach Bild 4 in drei verschiedenen Zonen erfolgen. Aus den zulässigen v_{rel} geht jedoch hervor, daß die Voraussetzungen für schnelle Einlagerung im Bereich fallender Zellen oder an der tiefsten Stelle der Trommel am günstigsten sind. Bei schleierförmiger Zuführung besteht jedoch die Gefahr des anfänglichen Springens und Tanzens der Körner auf dem Zellenmantel.

Ein bestimmter Bereich des Trommelumfangs wird benötigt, damit sich die Körner auf der Zellenfläche soweit beruhigen können bzw. soweit beschleunigt werden, daß die Einlagerung erfolgen kann. Die Beschickung erfolgt daher zweckmäßig in abwärts bewegte Zellen. Um heftige Stöße zu vermeiden, sollten die Normalkomponente von v_{K0} möglichst klein gehalten werden. v_{K0} sollte sich also weitestgehend an die Zellenbahn anschmiegen. Auch das spricht für Beschickung in fallenden Zellen und zwar möglichst hoch und dicht am Zellenmantel.

3.3. Wahl des Zellenmaterials und der Zellenform

Die Einlagerung erfolgt um so schneller, je früher die Körner auf der Zellenfläche zur Ruhe kommen und nicht mehr springen. Dafür ist neben der Beschickungsgeschwindigkeit die Stoßzahl Korn/Zellenfläche ausschlaggebend. Es bleibt zu untersuchen, ob sich das z. Z. gebräuchliche Material Stahl nicht vielleicht durch ein anderes mit günstigeren Stoßeigenschaften ersetzen ließe. Das könnte u. a. zu geringeren Herstellungskosten und zur Masseverringering führen. Versuche mit ekalitiertem Gewebeband ergaben Stoßzahlen, die nur etwa halb so groß wie bei Stahlblech waren. Da die zulässige Relativgeschwindigkeit mit der Zellenlänge wächst, ist folgende Zellenform anzustreben:

Um die Sicherheit der Einlagerung für möglichst viele Körner zu erhöhen, müssen die Zellen über ihre gesamte Länge auch ihre maximale Breite haben.

Die Zellenteilung nach TGL 16264 wird beibehalten. Die Zellenlänge wird maximal vergrößert. Die standardisierte

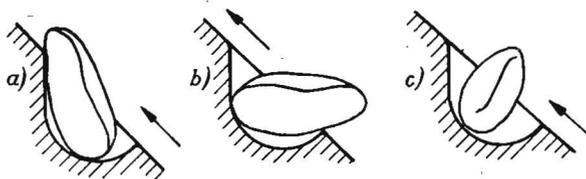


Bild 2. Hauptlagen des Langkorns in der Zelle
a) Stehlage, b) Hängelage, c) Querlage

Bild 3. Zulässige Relativgeschwindigkeiten

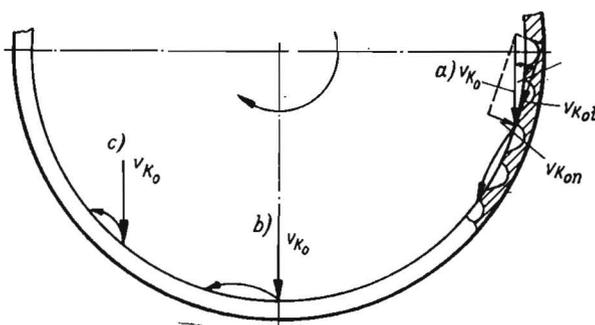
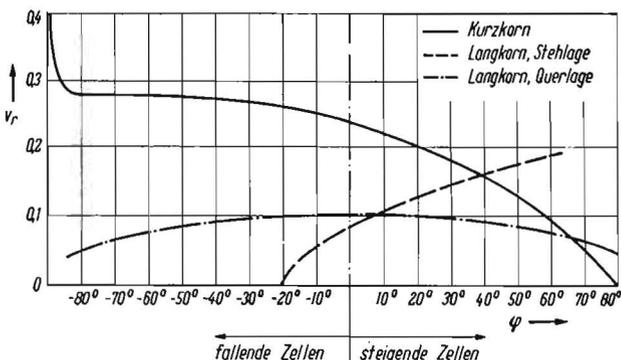
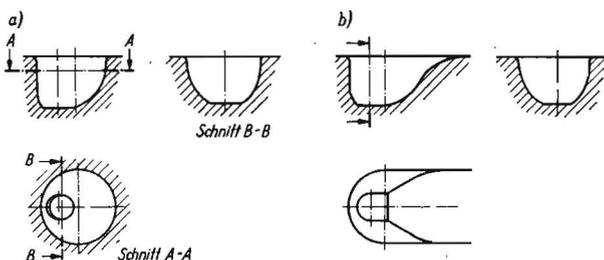


Bild 4. Beschickung zylindrischer Zellenflächen
a) Beschickung im abwärtsbewegten Teil der Trommel (fallende Zellen),
b) Beschickung im tiefsten Teil der Trommel,
c) Beschickung im aufwärtsbewegten Teil der Trommel (steigende Zellen)

Bild 5. Zellenformen

- a) Zellenform nach TGL 16 264,
b) Zellenform für maximale Relativgeschwindigkeit



Zellenform wird durch eine tangential auslaufende Fläche, die dem Relativweg des Kornes bei der Einlagerung angepaßt ist, ergänzt. Diese Fläche wird über die gesamte Zellenbreite angeordnet (Bild 5).

Literatur

- [1] DELITZ, M.: Theoretische Untersuchung des Vorganges der Einlagerung von Saatgutkörnern in Austesezellen. Diplomarbeit am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden 1967
- [2] GLADKOW: Getreidereinigungsmaschinen. Moskau 1961
- [3] GERDES, R.: Physikalische Einzelheiten vom Trieur. Die Mühle 1932...1934