

erzielt werden. Die durchgeführten Berechnungen geben in geschlossener Darstellung einen Überblick über Parameter (außer Wind), die die Funktion des Siebs beeinflussen. Es ist damit möglich, verschiedene Forderungen durch die Auswahl geeigneter Parameter zu erfüllen und somit brauchbare Kompromißlösungen zu finden.

3. Diskussion einiger ausgewählter Laborversuchs-Ergebnisse

Die Tendenzen der theoretisch gewonnenen Ergebnisse konnten durch praktische Untersuchungen bestätigt werden. Die Messungen haben gezeigt, daß die Abschätzung der Fördergeschwindigkeit des Massenverbandes auf mathematischem Wege anhand der Bewegungsgleichung der Punktmasse möglich ist. Damit lassen sich die aus der Rechnung vorliegenden Einflüsse der kinematischen Parameter (n , r , k , ϵ , α) und der Reibverhältnisse (ρ) qualitativ auf den praktischen Einsatz eines ebenen Siebs in einer Reinigungseinrichtung übertragen. In den Bildern 7 und 8 sind die Ergebnisse von 2 bzw. 4 Versuchsreihen dargestellt. An diesen ausgewählten Beispielen sollen die gewonnenen theoretischen Erkenntnisse, daß die Beschleunigungskennzahl kein eindeutiges Bewertungskriterium für den Abscheidvorgang von Korngemischen auf einem Sieb sein kann, da bei einem konstanten k von r und n abhängige, unterschiedliche Ergebnisse auftreten, durch praktische Versuche anschaulich untermauert werden. Es wurden eine mittlere und eine große Luftgeschwindigkeit G 2 und G 3 und eine große Beaufschlagung je Zeiteinheit \dot{Q} 5 des Obersiebes ausgewählt:

$$G\ 2 = 6,3\ \text{m/s};\ G\ 3 = 9,6\ \text{m/s};$$

$$\dot{Q}\ 5 = \text{Siebbeaufschlagung von } 5\ \text{kg/s.}$$

Die Versuchsergebnisse wurden mit Weizen bei einem Korn-Stroh-Spreu-Verhältnis von 85 : 7,5 : 7,5 Masseprozenten erzielt. Es wurden der Schwerpunktabstand und der Überlauf in Abhängigkeit von der Beschleunigungskennzahl k bei einer Beaufschlagung von $\dot{Q} = 5\ \text{kg/s}$ und den beiden Gebläseinstellungen aufgetragen. Der in der Darstellung angegebene Obersiebüberlauf ist kein Siebverlust, da er im Kreislauf wieder den Dresch- und Trennelementen zugeführt

wird. Eine Leistungssteigerung des Mähdreschers wird aber erzielt, wenn die Überlaufmenge gegen Null strebt. Den Schwerpunktabstand erhält man, wenn man die Kornabscheidung über der Sieblänge bestimmt. Die unter der prozentual aufgezeichneten Absiebkurve gebildete Fläche beschreibt über ihren Schwerpunkt den qualitativen Verlauf der Abscheidung. Es ist zu erwarten, daß die beste Abscheidung in der Ebene dann erfolgt, wenn der Schwerpunktabstand auf den Siebanfang bezogen zum Minimum wird (Bild 7). Man erkennt, daß für konstante k -Werte unterschiedliche Ergebnisse z. B. in Abhängigkeit von der Drehzahl erzielt wurden. Diese Überlegung wird auch durch die Ergebnisse bei der Überlaufermittlung bestätigt (Bild 8). Für diese Beispiele ergibt sich als günstigste Beschleunigungskennzahl $k = 2,5$, die sich aus $r = 25\ \text{mm}$ und $n = 300\ \text{min}^{-1}$ errechnet.

4. Zusammenfassung

Die Leistung der ebenen Mähdrescher-Reinigungseinrichtung kann durch Verbesserung der Kornabscheidung am Obersieb gesteigert werden. Dies erreicht man durch Vergrößerung der Fördergeschwindigkeit des Guts auf dem Sieb, durch die Wahl geeigneter Bewegungsparameter, durch Anpassen der Luftverhältnisse an die Gutschichtdicken und durch intensivere Entmischung der Gutschicht auf dem Obersieb. Es ist zu erwarten, daß die ebene Mähdrescherreinigung, bestehend aus Transportelement, Fallstufe, Ober- und Untersieb, Gebläse und Zusatzeinrichtungen den geforderten Leistungssteigerungen beim Mähdreschereinsatz auch in der nächsten Zukunft gerecht wird.

Literatur

- /1/ G. Reumshüssel; Chr. Zehme; S. Zwiebel: Untersuchungsergebnisse an der Reinigungseinrichtung des Mähdreschers E 512. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) II. 6
- /2/ Chr. Zehme: Die Entmischung einer homogenen Korn-Stroh-Spreu-Schüttung infolge Einwirkung horizontaler Schwingungen und eines vertikalen Luftstromes. Deutsche Agrartechnik 22 (1972) H. 6
- /3/ M. H. Letoschnew: Landwirtschaftliche Maschinen. Theorie, Konstruktion und Untersuchung. Moskau 1955
- /4/ W. Balkin: Ermittlung der Abhängigkeit der Siebleistung horizontal schwingender Plansiebe von Siebneigung, Schwingungszahl und Schwingungsweite. Dissertation, TU Dresden 1961 A 8742

Dipl.-Ing. Chr. Zehme, KDT*

DK 631.354

Zur Entmischung einer homogenen Korn-Stroh-Spreu-Schüttung¹

Messungen über den Materialfluß im Mähdrescher (MD) haben gezeigt, daß die Mähdrescher-Reinigungseinrichtung (MDRE) mit etwa 50 Prozent des Gesamtdurchsatzes und einem Gemisch von rd. 85 Masseprozent Körnern belastet wird /1/. Die restlichen 15 Prozent setzen sich aus Ähren, Spelzen, Grannen, Kurzstroh bzw. Strohsplitterteilen und Blattbestandteilen zusammen. Der Einfluß von artfremden Beimengungen bleibt unberücksichtigt. Dieses Gemisch soll von der MDRE durch mechanische und pneumatische Kräfte aufbereitet werden.

Die Leistung der MDRE wird u. a. entscheidend von der Entmischungsintensität, d. h. der Absonderung der Körner aus der voluminösen Matte strohiger Bestandteile auf dem Obersieb bestimmt. Die nachfolgende Abscheidung durch ein Klappensieb bereitet infolge seiner hohen spezifischen Abscheideleistung keine Schwierigkeiten.

Bei konstanter Breite des Dreschwerkes ist eine Leistungssteigerung der Reinigungseinrichtung, und damit des gesamten MD nur möglich, wenn es u. a. gelingt, die Zeitdauer für die Abscheidung der Körner aus dem Korn-Stroh-Spreu (KSS)-Gemisch auf dem Obersieb wesentlich zu verringern. Damit wird

- bei gleichem Durchsatz des MD eine Verkürzung der Siebe oder
- bei gleicher Sieblänge und niedrigen Kornverlusten eine Steigerung des Durchsatzes möglich.

1. Abgrenzung des Problems

Eine effektive Absonderung der Körner aus dem KSS-Gemisch ist nur möglich, weil sich dessen Komponenten in ihren physikalisch-mechanischen Eigenschaften, vor allem in Abmessungen und Dichte, wesentlich unterscheiden. Durch eine intensive Versetzung und Auflockerung innerhalb der Schicht müssen den Körnern, die in dem ungeordneten Strohgitter eingelagert sind, genügend Hohlräume für den Durchgang zur Siebfläche angeboten werden. Zur Entmi-

* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm)

¹ Vortrag auf der Wissenschaftlich-technischen Tagung „Getreideernte und -lagerung“ vom 9. bis 11. März 1972 in Dresden

schung des Haufwerkes werden durch die horizontalen Schwingungen der Siebfläche die mechanischen und über einen gleichzeitig vertikal durchgesetzten Luftstrom die pneumatischen Kräfte eingeleitet. Die Einflußgrößen auf die Entmischung des Haufwerkes können in Betriebs- und Stoffparameter unterschieden werden. Da vorrangig der qualitative Einfluß der Betriebsparameter zu untersuchen ist, werden die Stoffparameter konstant gehalten.

Betriebsparameter sind:

- Schwingungsfrequenz
- Schwingungsamplitude
- Luftgeschwindigkeit und
- Schichtdicke.

Unter folgender Voraussetzung und Zielstellung wurden die Untersuchungen durchgeführt:

- a) Der Versuchsablauf ist stationär und stellt in dieser Form eine Simulierung des kontinuierlichen Trennprozesses auf dem Obersieb der MDRE dar.
- b) Die Untersuchungen bleiben auf den Schwingungsrichtungswinkel $\varepsilon = 0^\circ$ und den Neigungswinkel des Siebes $\alpha = 0^\circ$ beschränkt, um eine eindeutige Aussage über den Einfluß der Luftgeschwindigkeit und Schichtdicke zu ermöglichen.
- c) Das Versuchsmaterial ist eine homogene Drei-Komponentenmischung (Körner, Stroh und Spreu) der Gutart Weizen. Bei der Untersuchung der Betriebsparameterkombinationen wird für die Mischung ein konstantes Zusammensetzungsverhältnis (Korn : Stroh : Spreu = 85 : 7,5 : 7,5 Masseprozent) verwendet. Die mittlere Gutfeuchtigkeit ist $\bar{X} = 11$ Prozent. Um reproduzierbare Versuchsergebnisse zu garantieren, werden in der Strohkomponente keine Blattbestandteile berücksichtigt. Bei einem Längenbereich von 20 bis 200 mm beträgt der arithmetische Mittelwert der Strohlänge 74 mm.
- d) Es wird der Einfluß der Betriebsparameter auf die Entmischungsdauer des KSS-Gemisches mit dem Ziel untersucht, Parameterkombinationen mit höchster Entmischungseffektivität zu finden.

Da die Untersuchungen nur als Modellversuche durchgeführt wurden, wird die Reinheit nicht als Beurteilungskriterium herangezogen.

2. Versuchsmethodik und Versuchseinrichtung

Bisher bekannte Siebversuche haben gezeigt, daß die Absonderung der Körner aus einem Gemisch vor allem von der Intensität der Bewegung auf dem schwingenden Sieb bestimmt wird. Die Intensität dieser Bewegung kann durch die mittlere Geschwindigkeit \dot{s}_m eines differentiellen Teilchens des Massenverbandes beschrieben werden und ergibt sich aus der Summe der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung während einer Periode, dividiert durch die Periodendauer. Wird vorausgesetzt, daß sich eine Punktmasse wie dieses differentielle Teilchen verhält, bei dem sich der Einfluß aller angrenzenden Teile aufhebt, so läßt sich durch theoretische Betrachtungen an der Punktmasse auch das Bewegungsverhalten des Massenverbandes hinreichend genau beschreiben.

Den theoretischen Berechnungen liegt das im Bild 1 dargestellte Kräftegleichgewicht und die daraus abgeleitete Bewegungsgleichung zugrunde. ε gibt den Schwingungsrichtungswinkel und α den Neigungswinkel des Siebes zur Horizontalen an.

- Die Rechnung auf dem Analogrechner ergab u. a., daß die mittlere Geschwindigkeit \dot{s}_m
- bei konstantem kinematischen Kennwert $k = r \cdot \omega^2/g$ mit der Amplitude wächst, während sie mit steigender Schwingungsfrequenz abfällt (Bild 2) und
 - vom Schwingungsrichtungswinkel ε nahezu unabhängig ist (Bild 3).

Daraus lassen sich folgende Schlußfolgerungen für die Bewertung der Versuche ziehen:

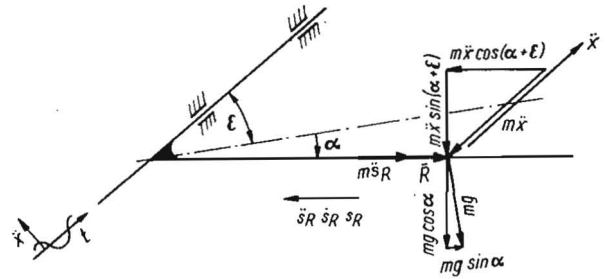


Bild 1. Kräftegleichgewicht und Bewegungsgleichung für eine Punktmasse auf einem schwingenden Sieb;

$$\begin{aligned}
 m\ddot{s}_R + \bar{R} &= m\ddot{x} \cos(\alpha + \varepsilon) - mg \sin \alpha & (1) \\
 \bar{R} &= N \cdot \tan \varrho & (2) \\
 N &= m \cdot g \cdot \cos \alpha + m \cdot \ddot{x} \sin(\alpha + \varepsilon) & (3) \\
 \bar{R} &= \begin{cases} m [g \cos \alpha + \ddot{x} \sin(\alpha + \varepsilon)] \tan \varrho & \dot{s}_R > 0 \\ m [\ddot{x} \cos(\alpha + \varepsilon) - g \sin \alpha] & \dot{s}_R = 0 \\ -m [g \cos \alpha + \ddot{x} \sin(\alpha + \varepsilon)] \tan \varrho & \dot{s}_R < 0 \end{cases} \\
 \ddot{x} &= r \omega^2 \cos \omega t
 \end{aligned}$$

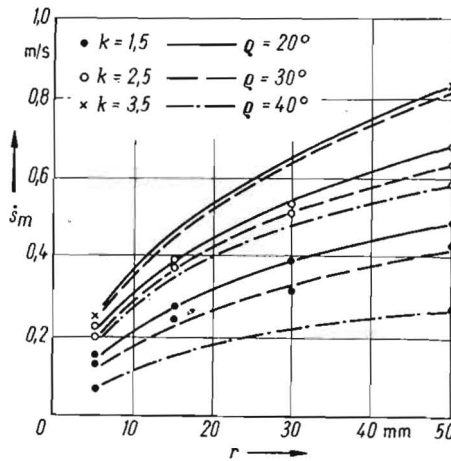


Bild 2. $\dot{s}_m = f(r, k, \varrho)$ für $\alpha = 0^\circ$ und $\varepsilon = 0^\circ$

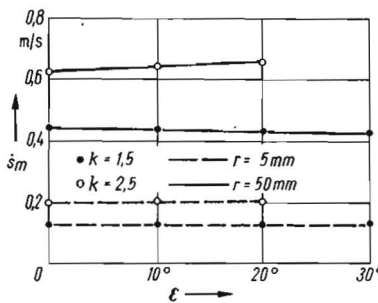


Bild 3. $\dot{s}_m = f(\varepsilon)$ für $\alpha = 0^\circ$ und $\varrho = 30^\circ$

- eine Intensivierung der Gutbewegung, und damit der Entmischung, ist bei konstantem kinematischen Kennwert mit wachsender Amplitude möglich und
- die Ergebnisse der Entmischungsforschungen bei $\varepsilon = 0^\circ$ sind in Grenzen auch für $\varepsilon > 0^\circ$ übertragbar, solange die Vertikalbeschleunigung den Wert der Erdbeschleunigung nicht überschreitet.

Zur Ermittlung der Abhängigkeiten der Entmischungszeit von den Betriebs- und Stoffparametern dient der im Bild 4 als Blockschaltbild dargestellte Versuchsaufbau. Das durchsichtige Oberteil des Behälters a^* wird mit der Versuchsmischung beschickt. Durch die horizontalen Schwingungen

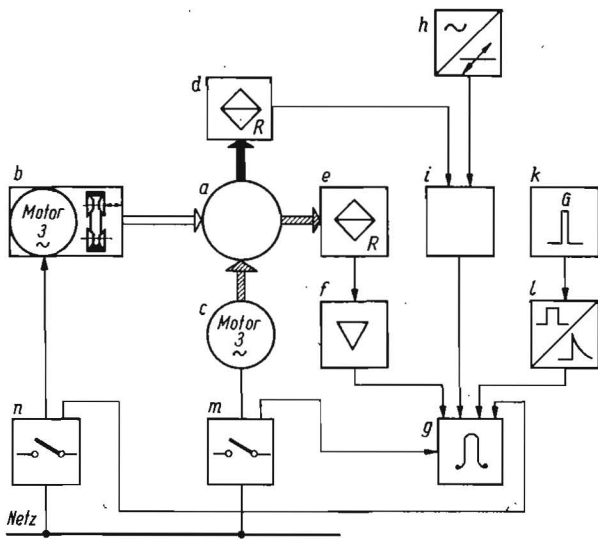


Bild 4: Blockschaltbild der Versuchseinrichtung; a Behälter, b Antrieb (stufenlos regelbar), c Gebläse (Typ LRMN 250/2 a), d elektrische Waage, e elektrischer Druckmeßgeber, f Meßverstärker (Typ UM 111), g Schleifenoszillograph (Typ 8 LS 1), h Netzteil (Typ TG 1), i Abgleicheinrichtung, k Impulsgeber, l Differenzglied, m Schalter, n Schalter

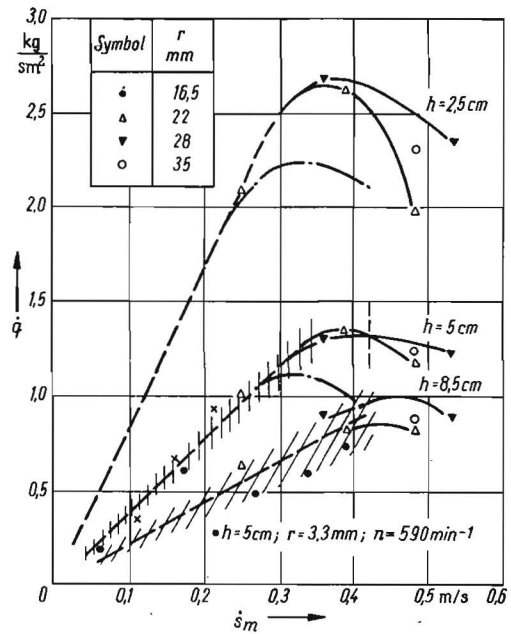


Bild 6. $\dot{q} = f(\dot{s}_m)$ für $h = 2,5; 5,0$ und $8,5$ cm und $v_L = 0$ m/s

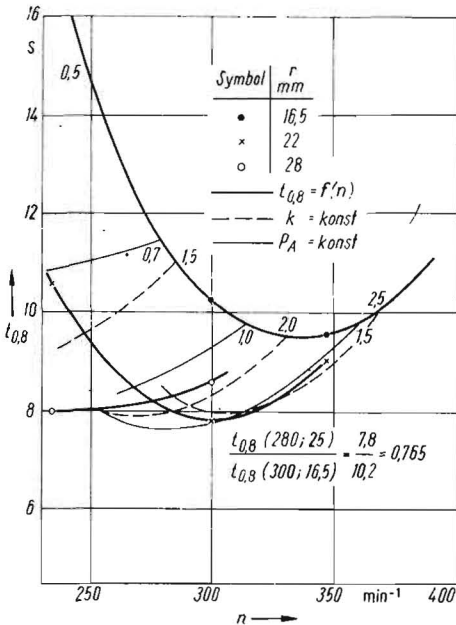


Bild 5. $t_{0,8} = f(n)$ für $r = \text{konst.}$, $h = 5,0$ cm und $v_L = 0$ m/s

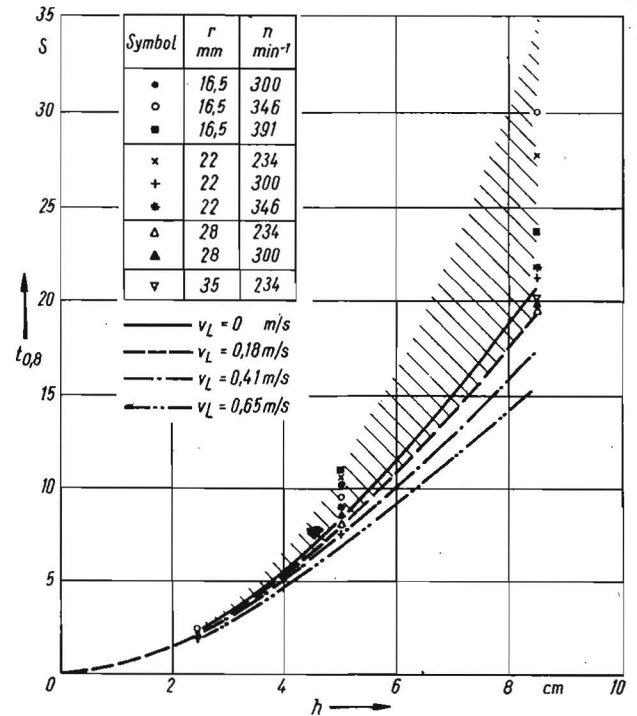


Bild 7. $t_{0,8} = f(h)$ für $v_L = 0; 0,18; 0,41$ und $0,65$ m/s

der Siebfläche (der Antrieb *b* ist stufenlos regelbar) und die auf die Schicht übertragene Bewegung erfolgt eine Abscheidung der Körner. Diese werden auf der elektrischen Waage *d* aufgefangen und als Summenkurve über der Zeit am Oszillographen *g* aufgezeichnet. Für Versuche, bei denen eine definierte Luftmenge die Gutschicht durchströmt, wird erst nach Erreichen der Enddrehzahl des Gebläses *c* und damit des Strömungswiderstands für die ruhende Gutschicht der Antrieb für die Oszillation des Siebs eingeschaltet. Dabei fällt der Strömungswiderstand auf den Wert für die schwingende Gutschicht ab. Der Druckverlust wird über den elektrischen Druckmeßgeber *e* und den Meßverstärker *f* ebenfalls in seinem zeitlichen Verlauf am Oszillographen *g* aufgezeichnet.

Zur Beurteilung der Entmischungsintensität der Schicht werden die Entmischungsdauer $t_{0,8}$ in Sekunden und die spezifische Entmischungsleistung \dot{q} in kg/sm^2 herangezogen. Der Wert $t_{0,8}$ entspricht der Zeit, die erforderlich ist, um etwa 80 Prozent der im Gemisch enthaltenen Körner ab-

zuscheiden, und hat sich bereits bei Modelluntersuchungen zur Beurteilung der Arbeitsweise des Strohschüttlers als zweckmäßig erwiesen [2]. Bei der spezifischen Entmischungsleistung \dot{q} wird die abgeschiedene Kornmenge auf die zur Entmischung benötigte Zeit und die Fläche des Meßbereiches bezogen.

3. Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Versuche zeigen eine starke Abhängigkeit der Entmischungsdauer $t_{0,8}$ von den eingestellten kinematischen Parametern. Ausgehend von der Linie für $r = 16,5$ mm = konst. im Bild 5 ergibt sich mit wachsender Drehzahl ein starker Abfall der Zeit $t_{0,8}$ bis zu einem Minimalwert. Bei niedrigen Drehzahlen führt eine Erhöhung der Schwingungsamplitude bzw. des Radius r zu einem weiteren Abfall der Entmischungsdauer, d. h. zu einer Stei-

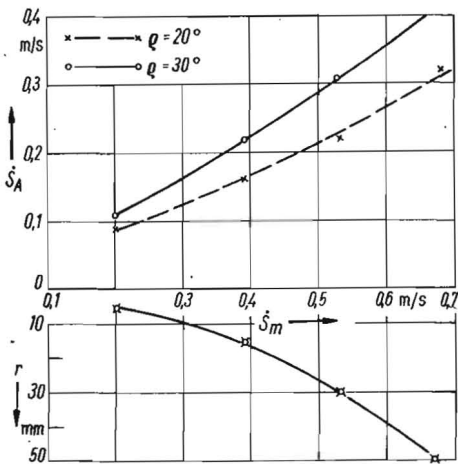


Bild 8. $\dot{s}_A = f(\dot{s}_m)$ für $\alpha = 0^\circ$, $\epsilon = 20^\circ$ und $k = 2,5$

Tafel 1. Entmischungszeit $t_{0,9}$ in Prozent für $n = 300 \text{ min}^{-1}$, unterschiedliche Radien und Schichtdicken

r mm	h cm	2,5	5,0	8,5
16,5		100	100	100
22		81,5	76,5	60,3
Leistungssteigerung in Prozent		18,5	23,5	39,7

gerung der Entmischungsleistung. Für konstante kinematische Kennwerte $k < 2,0$ wird ebenfalls mit wachsendem Radius eine schnellere Abscheidung der Körner aus der Schicht erreicht. Die Grenzwerte $k = 1,5$ und etwa $3,0$ schließen den Bereich günstiger Abscheidung ein. Geringere kinematische Kennwerte führen bei gleichzeitig ungenügender Gutförderung auf dem Sieb zu einem starken Anstieg der Entmischungszeit. Sie wird bei $k \approx 0,35$ unendlich. Größere kinematische Kennwerte führen bei hohem Energiebedarf und einer Verschlechterung des Schwingungsverhaltens des MD auch zu ungünstigeren Entmischungsverhältnissen. Wie die Darstellung im Bild 5 zeigt, besteht keine eindeutige Abhängigkeit zwischen der Entmischungsdauer und dem kinematischen Kennwert k .

Ein direkter Zusammenhang zwischen den kinematischen Parametern der Siebbewegung und damit den Bewegungsverhältnissen in der Schicht und ihrer Entmischung ist über die bereits erläuterte mittlere Geschwindigkeit \dot{s}_m und die spezifische Entmischungsleistung \dot{q} gegeben. Bild 6 zeigt, z. B. für $h = 5 \text{ cm}$, daß für Radien $r > 16,5 \text{ mm}$ bis zu einer mittleren Geschwindigkeit $\dot{s}_m = 0,33 \text{ m/s}$ (d. h. $k \leq 1,7$) Proportionalität zwischen beiden Größen besteht ($\dot{q} \sim \dot{s}_m$), wenn bei der Luftgeschwindigkeit $v_L = 0 \text{ m/s}$ die Schichtdicken und Stoffparameter konstant gehalten werden. Damit läßt sich bis zu diesem Bereich die Entmischung der Schicht hinreichend genau durch die theoretisch an der Punktmasse berechnete mittlere Geschwindigkeit beschreiben.

In Übereinstimmung mit den Verlustkennlinien der MD und den aus der Literatur bekannten experimentellen Untersuchungen [1/ [2/ [3/ [4/ wurden überlineare Anstiege der Entmischungszeit mit wachsender Schichtdicke (d. h. gleichzeitig mit steigendem Durchsatz des MD) ermittelt. Die Untersuchungen ergaben (Bild 7), daß für größere Schichtdicken durch eine geeignete Parametereinstellung erhebliche Leistungssteigerungen gegenüber weniger günstigen Einstellungen möglich sind (Tafel 1).

Der überlineare Zusammenhang zwischen Entmischungszeit und Schichtdicke fällt mit zunehmender Luftgeschwindigkeit. Für den Bereich günstiger Parameterkombinationen ($k = 2,2$; $r \approx 25 \text{ mm}$) können mit wachsender Schichtdicke bei gleicher Luftgeschwindigkeit größere relative Verkürzungen der Entmischungszeit erreicht werden.

Wie bereits zu Beginn dargestellt, ist eine gesicherte Aussage über den quantitativen Einfluß der Stoffparameter auf die Entmischungszeit nur in einigen Fällen möglich. Im allgemeinen liefern die Untersuchungen kaum verallgemeinerungsfähige, z. T. nicht einmal reproduzierbare Ergebnisse (z. B. Einfluß der Blattbestandteile). Generell läßt sich jedoch sagen, daß ein höherer Kurzstroh- bzw. Splitterstrohanteil und eine höhere Gutfeuchtigkeit unter vergleichbaren Versuchsbedingungen zu einem Anwachsen der Entmischungszeit führen.

4. Schlußfolgerungen

- Betrachtet man parallel zur mittleren Geschwindigkeit, die etwa ein Maß für die Entmischungsleistung darstellt, die Fördergeschwindigkeit \dot{s}_A , so läßt sich mit Bild 8 folgende Aussage treffen: Mit wachsendem Radius steigen bei konstantem kinematischen Kennwert die mittlere Geschwindigkeit und gleichzeitig die Fördergeschwindigkeit. Höhere Fördergeschwindigkeiten führen zu geringeren Schichtdicken und zu einem Absinken der Entmischungszeit. Aus den praktischen Untersuchungen können folgende günstigste Bereiche für die Entmischung angegeben werden: $k = 2,2$ bis $2,5$ und $r = 22$ bis 28 mm .
- Bei konstanter mittlerer Geschwindigkeit führt ein Luftstrom, der die Gutschicht durchdringt, mit wachsendem Radius zu einer Verbesserung der Entmischung. Gegenüber Versuchen ohne Luftdurchsatz wurden bei einem kinematischen Kennwert $k = 2,2$ Verkürzungen bei der Abscheidung zwischen 20 und 30 Prozent erreicht.
- Die Entmischungszeit steigt überlinear mit der Schichtdicke an. Bei einer günstigen Parameterkombination kann vor allem bei einer hohen mittleren Geschwindigkeit das Anstiegsverhältnis vermindert werden.
- Bei großen Schichtdicken ist die absolute und relative Verminderung der Entmischungsdauer durch einen Luftstrom gegenüber geringen Schichtdicken am stärksten. Der Zusammenhang zwischen Verbesserung der Entmischung durch Lufteinfluß und der Schichtdicke ist überlinear.

Die wichtigsten qualitativen Aussagen konnten im kontinuierlichen Abscheideprozeß am Versuchsstand einer MDRE prinzipiell bestätigt werden.

Literatur

- [1/ Reuschüssel, G. / Chr. Zehme / S. Zwiebel: Untersuchungsergebnisse der Reinigungseinrichtung des Mähdeschers E 512. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 6, S. 262–266
- [2/ Baader, W. u. a.: Die Entmischung eines Korngut-Fasergut-Haufwerkes auf einer vertikal schwingenden, horizontalen Unterlage. Grundlagen der Landtechnik, Bd. 19 (1969) Nr. 5, S. 149–180
- [3/ Bublik, S.-P.: Bestimmung der Grundparameter des Trennprozesses in Getreidemaschinen. Mechanizacija i elektrifikacija soc. sel'skogo chozjajstva, Moskau 22 (1963) H. 2, S. 15–17
- [4/ Gortinskij, V. V.: Sortierung des Schüttguts bei schichtartiger Bewegung auf Sieben; Trudy Vsesojuznogo naucno-issledovatel'skogo instituta mehanizacii sel'skogo chozjajstva 34 (1964) S. 121–191

A 8625

KDT-Fachtagung „Entstaubungstechnik 1972“

Diese Veranstaltung mit internationaler Beteiligung findet anläßlich der Herbstmesse vom 4. bis 6. Sept. in Dresden statt.

Themenkomplex:

Theoretische Grundlagen zur Feinentstaubung mit textilen Mitteln; Textile Filtermedien für die Staubabscheidung bei normalen und hohen Temperaturen; Erfahrungen mit Gewebe- und anderen filternden Abscheidern in der Industrie.

Sektionsveranstaltungen:

- I. Einsatzgebiete, Anwendungsprobleme und Entwicklungstendenzen textiler Filtermedien
- II. Anlagentechnische Probleme zur Konstruktion, Betriebsweise und Wirtschaftlichkeit

Anmeldeschluß ist am 1. Juli 1972, Auskünfte erteilt

Kammer der Technik, Fachverband Silikattechnik

108 Berlin, Clara-Zetkin-Str. 115–117, Tel. 22 55 31/227 od. 310

AK 8769