

Mähdrescher-Reinigungsanlage

Untersuchung zur mechanischen Anregung durch Kreisschwingungen

Für die notwendige weitere Leistungssteigerung von Mähdrescher-Reinigungsanlagen werden verschiedene Alternativen untersucht. Neben Verbesserungen im Bereich der mechanischen und pneumatischen Anregung kommen auch neue Bauformen infrage. Modifizierte Flachsieb- und Reinigungsanlagen erfordern kaum Änderungen am Mähdrescher-Konzept. Deswegen wurde in Hohenheim eine Kreisreinigung untersucht, bei der das flache Sieb nicht linear schwingt, sondern ähnlich wie der Hordenschüttler kreisförmig auf Kurbelwellen. Nach ersten Versuchsergebnissen verspricht die kreisförmige Schwingungsanregung bei etwas höheren Verlusten eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit gegenüber dem Schwingsieb.

Dr. Wenqing Yin, Nanjing Agricultural University, VRChina, war Gastwissenschaftler, Dr. Peter Wacker ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion mit Grundlagen der Landtechnik (Leiter: Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. H.D. Kutzbach), Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart; e-mail: kutzbach@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Mähdrescher, Reinigungsanlage, Kreisschwinger

Keywords

Combine, cleaning shoe, circular vibrating sieve

Literaturhinweise sind unter LT 01413 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Das luftdurchströmte Schwingsieb für die Reinigungsanlage im Mähdrescher hat sich über Jahrzehnte hinweg zur Korn-Spreu-Trennung bewährt. Durch Erhöhung der mechanischen Anregung mit einer Vergrößerung der Froudezahl und Erhöhung der pneumatischen Anregung durch den Übergang auf eine zweite Fallstufe sind in den letzten Jahren erhebliche Leistungssteigerungen erreicht worden [1]. Weiter steigende Mähdrescherdurchsätze und der zunehmende Einsatz von Mehrtrommeldreschwerken sowie rotierender Korn-Stroh-Trenneinrichtungen anstelle des Hordenschüttlers erfordern auch zukünftig weiter steigende Reinigungsleistungen. Neben Verbesserungen im Bereich der mechanischen und pneumatischen Anregung kommen auch neue Bauformen wie beispielsweise rotierende Reinigungsanlagen infrage [2]. Die pneumatische Anregung kann nach [3] durch Anpassung der Luftverteilung an die Siebbelastung (fallende Luftverteilung), die mechanische Anregung nach [4] durch Überlagerung von seitlichen Schwingungen an die Sieblängsschwingung verbessert werden. Am Institut für Agrartechnik in Hohenheim wurde eine Flachsieb- und Reinigungsanlage untersucht, die entsprechend dem Hordenschüttler auf Kurbelwellen gelagert ist und kreisförmige Schwingungen durchführt (Kreisreinigung). Kreisschwingungen bewirken durch ihre Umwälzbewegung auch bei größerer Siebgutschicht eine gute Trennwirkung und ermöglichen damit einen hohen spezifischen Durchsatz [5, 7]. Allerdings ist der Abwurf

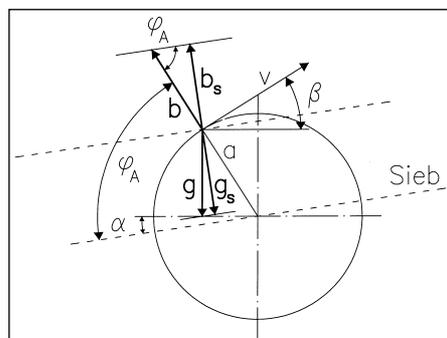


Bild 1: Beschleunigungen und Ablösepunkt bei Kreisschwingern (nach [5])

Fig. 1: Accelerations and point of detachment by circular vibrating sieve

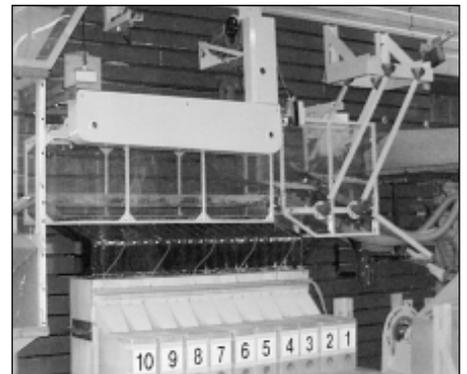


Bild 2: Versuchsstand mit Kreisschwinger

Fig. 2: Test rig with circular vibrating sieve

relativ steil und die Förderwirkung dadurch gering. Bei der Mähdrescher-Reinigungsanlage wird die Förderwirkung aber durch die Luftbewegung unterstützt.

Theorie des Kreisschwingers

Im Gegensatz zum Schwingsieb, bei dem das Gut in Richtung des Siebschwingungswinkels abgeworfen wird, erfolgt der Gutabwurf beim Kreisschwinger im Ablösepunkt tangential zum Kurbelkreis (Bild 1). Im Ablösepunkt sind die auf das Gut senkrecht zum Sieb wirkenden Anteile der Zentrifugal- und der Erdbeschleunigung gleich groß.

$a\omega^2 \sin \varphi_A = g \cdot \cos \alpha$ (1)
Mit der Wurfkennzahl Fr_v bei Kreisschwingern

$Fr_v = \frac{a\omega^2}{g \cdot \cos \alpha}$ (2)
ergibt sich der Ablösewinkel zu

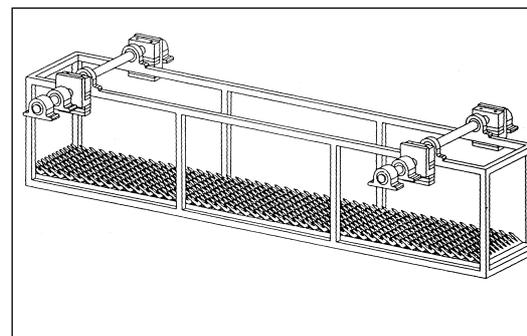


Bild 3: Ansicht des Siebkastens

Fig. 3: View of the sieve box

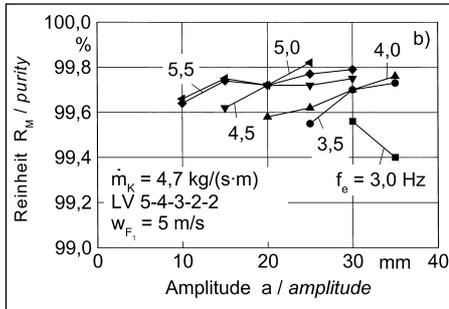
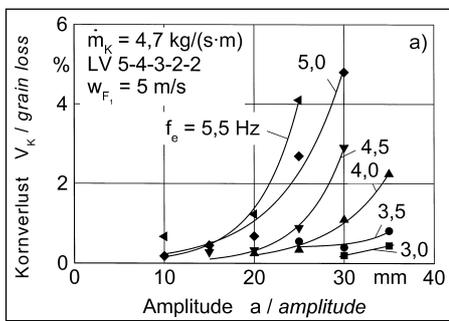


Bild 4: Einfluss von Amplitude und Frequenz auf Kornverlust (a) und Reinheit (b)

Fig. 4: Effect of amplitude and frequency on grain loss (a) and purity (b)

$$\sin \varphi_A = \frac{g \cdot \cos \alpha}{a \omega^2} = \frac{1}{Fr_v} \quad (3)$$

Vor allem bei höheren Wurfkennzahlen (ab $Fr_v \approx 3$) erfolgt der Abwurf unter einem steilen Winkel nach oben, so daß die Gutgeschwindigkeit auf dem Sieb gering wird und durch stärker abwärts geneigte Siebe unterstützt werden muss. In der Reinigungsanlage wird die Gutbewegung durch die Luftströmung durch das Sieb unterstützt, so dass abfallende Siebe nicht unbedingt notwendig werden.

Versuchsaufbau und -durchführung

Zur Untersuchung der Kreisreinigung wurde diese anstelle des Schwingsiebes in den Reinigungsgrundlagenprüfstand des Instituts für Agrartechnik eingebaut (Bild 2). Die Luftzuführung über fünf einstellbare Gebläse und die Kassetten zur Vorgabe der Luftströmungsrichtung konnten unverändert übernommen werden. Auch die Gutzuführung über ein 14 m langes Förderband, der Vorbereitungsboden und die Übergabe auf das Sieb mit einer oder zwei Fallstufen mussten nur geringfügig angepasst werden. Ein Vergleich der Ergebnisse mit von [7] durchgeführten Untersuchungen an einer Schwingsieb-Reinigungsanlage ist deswegen möglich.

Der Siebkasten hat eine Länge von 1,56 m und eine Breite von 0,27 m. Der Siebkasten wird über zwei oben liegende Kurbelwellen angetrieben (Bild 3). Der Freigang zwischen Kurbelwellen und Lamellensieb beträgt 0,33 m. Der Kurbelradius a (Amplitude) ist in Stufen von 0 bis 35 mm, die Frequenz f_e von 3 bis 5,5 Hz stufenlos über einen Ge triebemotor einstellbar.

Die Versuche wurden mit trockenem Weizen ($U_K = 13,5\%$) sowie Strohhäcksel ($U_{NKB} = 11,3\%$) der Ernte 2000 in einem Verhältnis von etwa 73:27% durchgeführt. Zur Einsparung von Versuchsmaterial wurden bei jedem Versuch zunächst 1/3 frische NKB, dann 2/3 gebrauchte NKB entsprechend dem gewünschten Durchsatz auf das Zuführband aufgelegt. Das Korn wird beim Versuch sensorgesteuert mit dem eingestellten Durchsatz von einer Dosiereinrichtung auf die NKB-Schicht gelegt.

Korn und NKB in den Auffangbehältern 1 bis 10 werden gewogen und anschließend durch einen Laborreiniger getrennt, ebenso werden die Verlustkörner im Siebübergang und daraus die Reinigungsverluste durch Bezug auf die Gesamtkornmasse des Versuchs bestimmt.

Die Grundeinstellungen der Reinigungsanlage werden für jeden Versuch beibehalten, während ein Parameter in einer Versuchsreihe verändert wird.

Für das Sieb wurde folgende Grundeinstellung gewählt:

Korndurchsatz: 4 kg/(s-m), Luftverteilung: 5-4-3-2-2 m/s, Strömungsrichtung: 30°, Siebneigung: 0°, Öffnung Lamellensieb: 12 mm.

Für den Vorbereitungsboden wurde folgende Grundeinstellung gewählt: Länge: 900 mm, Steigung: 3°, Amplitude: 30 mm, Frequenz: 4 Hz, Schwingungsrichtung: 30°

Für die Fallstufe wurde eine Luftgeschwindigkeit von 5 m/s bei einer Strömungsrichtung von 20° als Grundeinstellung gewählt.

Ergebnisse

In diesem Beitrag wird über erste Versuchsergebnisse mit einer oder zwei Fallstufen berichtet.

Amplitude und Frequenz

Schwingungsamplitude und Frequenz sind eng miteinander gekoppelt (Bild 4a). Hohe Frequenzen erfordern kleine Amplituden,

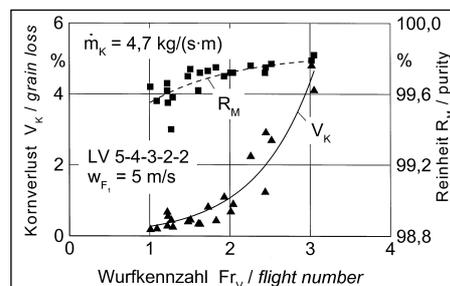


Bild 5: Kornverlust und Reinheit in Abhängigkeit von der Wurfkennzahl

Fig. 5: Grain loss and purity dependent from the flight parameter

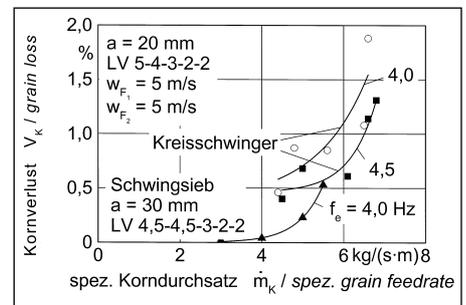


Bild 6: Kornverluste in Abhängigkeit vom Korndurchsatz

Fig. 6: Grain loss dependent from specific grain feed rate

große Amplituden kleine Frequenzen, um im Bereich geringer Verluste zu bleiben, wie es ähnlich auch für den Hordenschüttler gilt [8]. Mit zunehmenden Frequenzen steigen vor allem bei großen Amplituden die Verluste stark an, so dass Amplituden von 20 bis 30 mm wie beim Schwingsieb optimal erscheinen. Diese führen auch zu guten Reinheiten, die mit steigenden Frequenzen sogar noch etwas zunehmen (Bild 4b). Wegen der hohen Verluste können diese Frequenzen jedoch nicht genutzt werden.

Für jeweils geringe Verluste lassen sich optimale Kombinationen von Amplitude und Frequenz mit Wurfkennzahlen bis etwa $Fr_v < 1,8$ erreichen (Bild 5). Die bei diesen Wurfkennzahlen erreichte Reinheit ist mit 99,6 % gut.

Durchsatz

Die Kornverluste steigen mit dem Durchsatz an (Bild 6). Sie liegen noch oberhalb der Verluste für die Schwingsieb-Reinigungsanlage. Bei der Beurteilung des Durchsatzes ist zu berücksichtigen, dass die Trennbedingungen bei den Hohenheimer Untersuchungen trotz des trockenen Gutes relativ schwierig sind, da die NKB nur aus Strohhäcksel besteht, kaum Spreuteile enthält und die Körner die gesamte NKB-Masse durchdringen müssen, da sie auf die NKB-Schicht dosiert werden. Auch muss bei einem Vergleich berücksichtigt werden, dass die Versuche mit der Kreisreinigung nicht mit demselben Gut wie bei der Schwingsiebreinigung durchgeführt werden konnten. Zudem wurden die Parameter für die Schwingsiebreinigung in den Forschungsarbeiten von Zhao intensiv optimiert, während dieser Optimierungsstand bei der Kreisreinigung noch nicht erreicht ist.

Fazit

Die bisherigen Ergebnisse mit der Kreisreinigung zeigen höheren Durchsatz bei allerdings noch höheren Verlusten als die Schwingsiebreinigung. Deswegen sollen weitere Versuche zur Optimierung der Kreisreinigung hinsichtlich pneumatischer Anregung und Gutförderung durchgeführt werden.