

Vergleich zwischen konventioneller und rotierender Reinigung im Mähdrescher

Rotierende Reinigungen stellen eine aussichtsreiche Alternative zur konventionellen Reinigung im Mähdrescher dar. Es wurde eine Methode entwickelt, auf deren Basis die Konstruktions- und Betriebsparameter der rotierenden Reinigung ermittelt werden können. Ein Vergleich der Kenngrößen des Trennprozesses deutet mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Verbesserung des Trennprozesses der rotierenden gegenüber der konventionellen Reinigung hin.

Ob die größeren, auf das Reinigungsgemisch wirkenden Beschleunigungen bei einer rotierenden Reinigung (RR) zu einer Leistungssteigerung gegenüber der konventionellen Reinigung (KR) führen, soll im Folgenden anhand eines Vergleiches der Kenngrößen des Trennprozesses beider Reinigungen theoretisch untersucht werden.

Aufbau und Wirkungsweise der rotierenden Reinigung

Die hier behandelte RR weist einen Rotor mit vertikaler Drehachse auf (Bild 1). Es ergeben sich folgende Anforderungen:

- Der Rotationsbewegung des Rotors (Drehzahl n_R) ist zusätzlich eine oszillierende Bewegung (Schwingungsamplitude a , Erregerfrequenz f_e) in der Drehachse des Rotors zu überlagern.
- Es sind konische Siebrotoren mit einem Anstellwinkel α_R zu verwenden.
- Der Rotor muss zusätzlich von außen mit einer Luftströmung, die durch Betrag und Richtung der Luftgeschwindigkeit v_L gekennzeichnet ist, beaufschlagt werden.

Das Reinigungsgemisch wird von oben zugeführt, gelangt auf den Rotorboden und wird nach außen gegen die als Siebfläche

ausgebildete Rotorwand geschleudert. In dem anschließenden Siebsichtprozess wird das Reinigungsgemisch mit Hilfe der mechanischen und pneumatischen Anregung an der Rotorwand nach oben gefördert und entmischt. Gleichzeitig werden das Korn sowie der als Verunreinigung fungierende Anteil der Nichtkornbestandteile abgeschieden. Die verbliebenen Verlustkörner verlassen zusammen mit den Nichtkornbestandteilen den Rotor an dessen oberen Rand.

Kenngrößen des Trennprozesses

In [1] wurden Kenngrößen des Trennprozesses erläutert, die mit Bewegungsmodellen berechnet werden können. Übersicht 1 fasst die Wertebereiche dieser Kenngrößen für eine KR zusammen. Die Wertebereiche resultieren aus der Variation des kinematischen Kennwertes K_v (Verhältnis der Komponenten von Erd- und Siebbeschleunigung) in einem Bereich von $K_v = 0,6 \dots 1,2$ bei im Trennoptimum vorherrschendem Luftdurchsatz. Bei den meisten Kenngrößen wirkt sich eine Erhöhung ihrer Werte positiv auf den Trennprozess aus. Die restlichen Kenngrößen sind durch die Ausbildung eines Optimums gekennzeichnet.

Übersicht 1: Kenngrößen des Trennprozesses der konventionellen Reinigung

Table 1: Separation process parameters of conventional cleaning system

Kenngrößen des Trennprozesses	Berechnete Wertebereiche
Anteil der Wurfphase an einer Schwingungsperiode	58...62%
max. / Ø Abstand der Gutschicht vom Sieb	6,5 ... 8,0 / 1,8 ... 2,4 mm
max. / Ø Auflockerungsverhältnis	1,70 ... 1,83 / 1,21 ... 1,32
Relative Aufprallgeschwindigkeit	0,41 ... 0,54 m s ⁻¹
Anzahl der Impulse bei einer Sieblänge von 0,5 m	4,2 ... 5,3
Anteil des Gleitweges am Gesamtförderweg	8 ... 16 %
Zeitdauer der Wurfphase	116 ... 162 ms
max. / Ø Beschleunigungsdifferenz zwischen Korn und NKB	5,6 ... 8,1 / 2,3 ... 4,2 m s ⁻²
Fördergeschwindigkeit	0,45 ... 0,50 m s
max. / Ø Gleitgeschwindigkeit	0,63 ... 0,74 / 0,12 ... 0,18 m s ⁻¹
max. / Ø Normalbeschleunigung	13,8 ... 21,1 / 2,3 ... 4,7 m s ⁻²

Übersicht 2: Betriebs- und Konstruktionsparameter der rotierenden Reinigung

Table 2: Operation and design parameter of rotary cleaning system

Konstruktionsparameter	Betriebsparameter	
	Mechanische Parameter	Pneumatische Parameter
$r_U = 0,393$ m $h_R = 1$ m $\alpha_R = 30^\circ$	$n_R = 55$ min ⁻¹ $f_e = 5,75$ Hz $a = 30$ mm	$v_L = 1,3$ m s ⁻¹ bei vertikaler Durchströmung der Rotorwand

Dipl.-Ing. Ralf Hübner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Landmaschinen (Leitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhardt), Institut für Verarbeitungsmaschinen, Landmaschinen und Verarbeitungstechnik der TU Dresden, Bergstr. 120, 01069 Dresden, e-mail: huebner@landmaschinen.tu-dresden.de

Schlüsselwörter

Mähdrescher, Reinigung, Trennprozess

Keywords

Combine harvesters, cleaning system, separation process

Literatur

[1] Hübner, R.: Auslegung von Reinigungen im Mähdrescher. Landtechnik 53 (1998), H. 4, S. 232-233

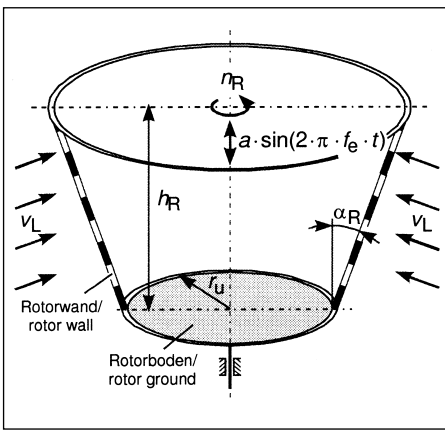


Bild 1: Aufbau der rotierenden Reinigung

Fig. 1: Structur of rotary cleaning system

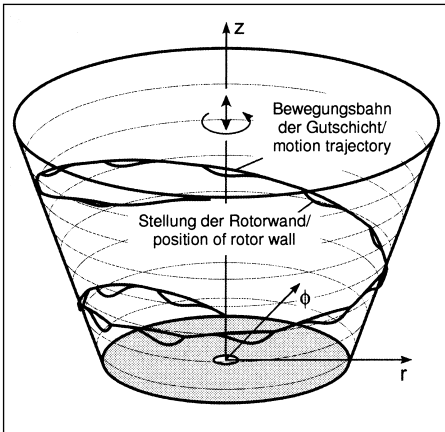


Bild 2: Berechnete Bewegungsbahn bei der rotierenden Reinigung

Fig. 2: Computed motion trajectory of rotary cleaning system

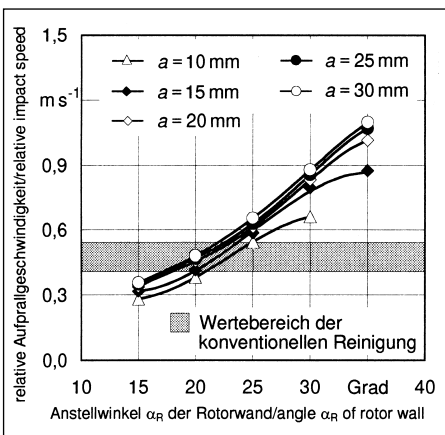


Bild 3: Relative Aufprallgeschwindigkeit bei der rotierenden Reinigung

Fig. 3: Relative impact speed of rotary cleaning system

Bewegungsmodell der rotierenden Reinigung

Zur Berechnung der Kenngrößen des Trennprozesses bei der RR wird ebenfalls ein Bewegungsmodell benötigt. Eine berechnete Bewegungsbahn der Gutschicht und die Stellung der Rotorwand bei selbigem Radius sind in Bild 2 dargestellt. Bei deckungsgleichen Kurven der Gutschicht und des Ro-

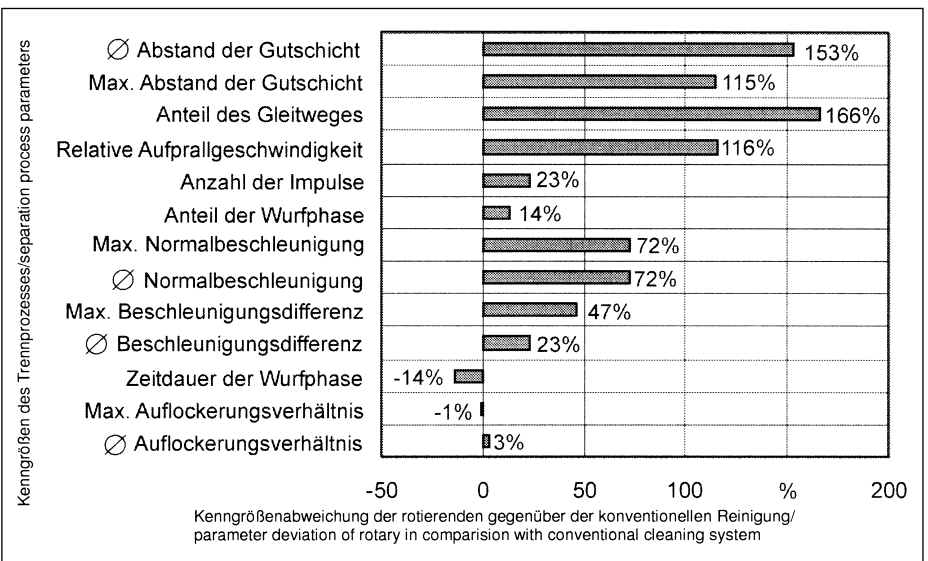


Bild 4: Kenngrößenabweichung der rotierenden gegenüber der konventionellen Reinigung

Fig. 4: Parameter deviation of rotary in comparison with conventional cleaning system

tors treten Gleit- oder Ruhephasen auf. Ist das nicht der Fall, befindet sich die Gutschicht in der Wurfphase. Die Validität des Bewegungsmodells wurde anhand experimenteller Untersuchungen zum Bewegungsverhalten einer Gutschicht ermittelt.

Betriebs- und Konstruktionsparameter der rotierenden Reinigung

Durch einen Vergleich der Kenngrößen des Trennprozesses zwischen KR und RR können die Konstruktions- und Betriebsparameter der RR ermittelt werden. Dabei wird berücksichtigt, dass die Fördergeschwindigkeit für beide Bauformen gleich sein soll und dass möglichst viele Kenngrößen bei der RR mindestens einen gleichwertigen Betrag wie bei der KR besitzen. Bild 3 zeigt dies am Beispiel der relativen Aufprallgeschwindigkeit, deren Wert bei hoher Schwingungsamplitude und großem Anstellwinkel der Rotorwand über dem Niveau der KR liegt, was sich positiv auf den Trennprozess auswirkt. Die mit diesem Verfahren ermittelten Konstruktions- und Betriebsparameter zeigt Übersicht 2 bei vorgegebenen Werten für die Rotorhöhe h_R und den unteren Rotorradius r_U . Bei veränderten Rotorabmessungen sind die Erregerfrequenz f_e und die Rotordrehzahl n_R anzupassen.

Leistungsvergleich zwischen konventioneller und rotierender Reinigung

Der Leistungsvergleich zwischen KR und RR wird anhand der Kenngrößen des Trennprozesses durchgeführt. Dazu werden die prozentualen Kenngrößenabweichungen der RR gegenüber der KR für diejenigen Kenngrößen berechnet, bei denen eine Erhöhung der Werte dem Trennprozess förderlich ist (Bild 4). Die prozentuale Kenngrößenabweichung besitzt als Basis den bei einem optimalen kinematischen Kennwert $K_v = 0,8$ existierenden Kenngrößenwert der KR. Ob-

wohl die maximale und durchschnittliche Normalbeschleunigung aufgrund der einsetzenden Verdichtung nicht unbegrenzt gesteigert werden können, wurden diese beiden Größen mit berücksichtigt, da im vorliegenden Fall die Werte für das maximale und durchschnittliche Auflockerungsverhältnis auf dem Niveau der KR liegen und somit eine Erhöhung der Normalbeschleunigung zu einem verbesserten Trennprozess führt.

Alle Kenngrößen besitzen bei der RR Werte, die im Wertebereich der KR liegen oder größer sind. Die durch das Vorhandensein eines Optimums gekennzeichneten restlichen Kenngrößen sind die Fördergeschwindigkeit und die maximale und durchschnittliche Gleitgeschwindigkeit. Die Fördergeschwindigkeiten gleichen einander aufgrund der verwendeten Methode zur Bestimmung der Betriebs- und Konstruktionsparameter. Die Gleitgeschwindigkeiten dagegen liefern aufgrund der dreidimensionalen Bewegungsbahnen erheblich höhere Werte. Reduziert man aber die dreidimensionale Gleitgeschwindigkeit auf die der KR entsprechende, zweidimensionale Komponente, ähneln die Werte denen der KR.

Nach diesen Ergebnissen ist für die RR eine Verbesserung des Trennprozesses gegenüber der KR zu erwarten. Aufgrund der Drehbewegung des Rotors und den damit verbundenen Zentrifugalkräften dürfte auch die Hangempfindlichkeit der RR gering sein.

Zusammenfassung

Eine rotierende Reinigung mit einem gleichförmig rotierenden, vertikal oszillierenden, konischen Rotor wird mit einer konventionellen Reinigung bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit verglichen. Ein Vergleich der Kenngrößen des Trennprozesses beweist eine Verbesserung der Trennprozesse der rotierenden gegenüber der konventionellen Reinigung, verbunden mit einer geringeren Hangempfindlichkeit.