

Ralf Hübner, Dresden

Auslegung von Reinigungen im Mähdrescher

Eine Analyse des Trennprozesses der konventionellen Reinigung dient als Grundlage einer Methode zur Auslegung einer modifizierten Reinigung. Die Methode beruht auf einem Vergleich der Kenngrößen des Trennprozesses zwischen der modifizierten und der konventionellen Reinigung.

Um der Forderung nach einer erhöhten Leistungsfähigkeit der Reinigung im Mähdrescher gerecht zu werden, sind Modifizierungen an der konventionellen Reinigung, bis hin zu völlig neuen Konzepten (etwa rotierende Reinigung), notwendig. Zur Auslegung dieser modifizierten Reinigung ist eine Analyse der Kenngrößen des Trennprozesses bei der konventionellen Reinigung hilfreich.

Grundlagen

Die Kenngrößen des Trennprozesses sind mit physikalisch begründeten, analytischen Modellen, die das Bewegungsverhalten der Gutschicht beschreiben, zu ermitteln. Mit einem auf das Bewegungsmodell von FREYE [1] aufbauenden, optimierten Bewegungsmodell ist eine Vielzahl von Kenngrößen des Trennprozesses in Abhängigkeit vom spezifischen Luftdurchsatz \dot{v}_L mit dem kinematischen Kennwert K_V ($K_V = 0,6$ bis $1,2$) als Parameter berechenbar, wobei der kinematische Kennwert K_V als Verhältnis der Komponenten von Sieb- und Erdbeschleunigung vertikal zum Sieb definiert ist. Diese Verfahrensweise gründet auf der von FREYE [1] gewählten Darstellung der gemessenen Durchgangslängen l_{80} , bei denen 80 % der Körner abgeschieden sind (Bild 1).

Kenngrößen des Trennprozesses

Im folgenden werden die Kenngrößen des Trennprozesses erläutert und jeweils die aus der Variierung von K_V ($K_V = 0,6$ bis $1,2$) resultierenden Wertebereiche angegeben.

Mit dem Bewegungsmodell ist das räumliche Bewegungsverhalten der Gut-

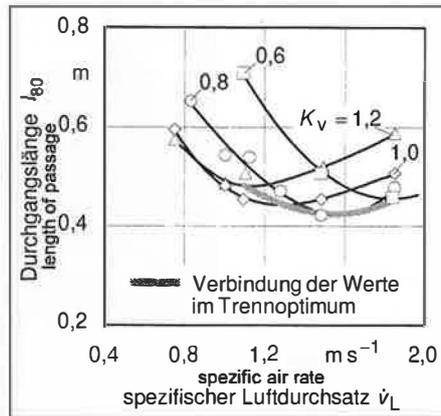


Bild 1: Durchgangslänge l_{80} bei variiertem kinematischen Kennwert K_V

Fig. 1: Length of passage l_{80} with varied kinematic parameter K_V

schicht darstellbar. Bild 2 zeigt den Weg des Siebes und der Gutschicht in Abhängigkeit vom Kurbelwinkel exemplarisch für $K_V = 0,8$ und $K_V = 1,0$ bei dem im Trennoptimum vorherrschenden \dot{v}_L . Die Bewegungsverhalten sind für beide K_V ähnlich. Das gilt ebenfalls für die anderen untersuchten K_V sowie für die aus dem Bewegungsverhalten ableitbaren Kenngrößen des Trennprozesses. Diese Kenngrößen sollten möglichst hohe Werte aufweisen und sind im folgenden aufgeführt:

- Anteil der Wurfphase an einer Schwingungsperiode (58 bis 62 %): In der Wurfphase liegen aufgrund der Schichtauflockerung günstige Entmischungsbedingungen vor.

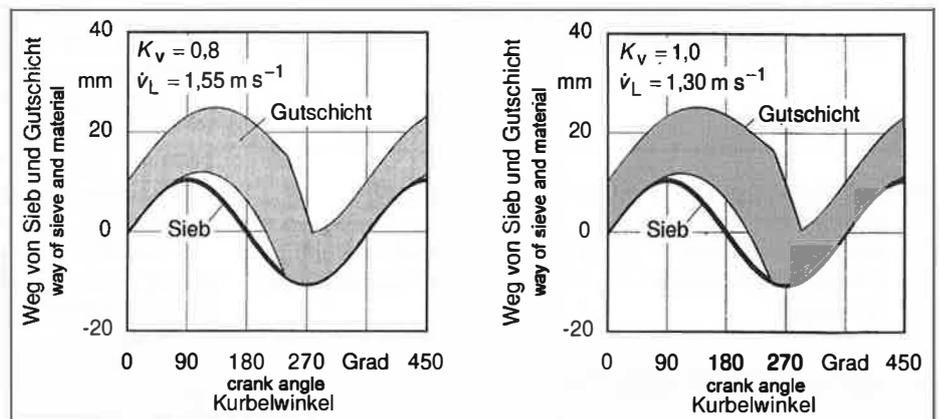


Bild 2: Berechnetes Bewegungsverhalten von Gutschicht und Sieb bei im Trennoptimum vorherrschendem spezifischen Luftdurchsatz \dot{v}_L

Fig. 2: Computed motion behaviour of material layer and sieve at the predominantly specific air flow rate \dot{v}_L at the separating optimum

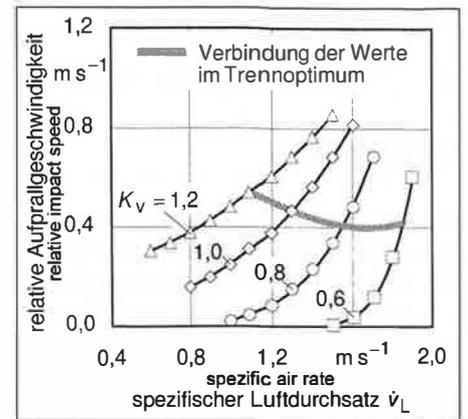


Bild 3: Relative Aufprallgeschwindigkeit bei variiertem kinematischen Kennwert K_V

Fig. 3: Relative impact velocity with varied kinematic parameter K_V

- Maximaler (6,5 bis 8,0 mm) und durchschnittlicher (1,8 bis 2,4 mm) Abstand der Gutschicht vom Sieb: Der Abstand der Gutschicht vom Sieb wirkt sich auf die Entmischung aus, da die während der Wurfphase aus der Gutschicht herausgelöst und auf dem Sieb befindlichen, aber noch nicht abgeschiedenen Körner die weitere Herauslösung von Körnern aus der Gutschicht behindern können.
- Maximales (1,70 bis 1,83) und durchschnittliches (1,21 bis 1,32) Auflockerungsverhältnis: Das Auflockerungsverhältnis (Verhältnis vom spezifischen Hohlraumvolumen während der Wurfphase und im Ausgangszustand) beeinflusst wegen der davon abhängigen Bindekräfte zwischen den Gutschichtkomponenten die Entmischung. Weitere Kennwerte des Trennprozesses, bei denen sich eine Erhöhung der Werte positiv auf den Trennprozeß auswirkt, sind:
- Relative Aufprallgeschwindigkeit (0,41 bis $0,54 \text{ m s}^{-1}$): Die Entmischung und

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@mv1100.mw.tu-dresden.de

der Korndurchgang sind von der Trägheitsbeschleunigung abhängig, die mit steigender relativer Aufprallgeschwindigkeit nach Ende der Wurfphase quadratisch ansteigt (Bild 3).

- Anzahl der Impulse (4,2 bis 5,3 pro 0,5 m): Die positiven Effekte für die Entmischung und den Korndurchgang beim Auftreffen der Gutschicht auf das Sieb verlangen nach einer hohen Anzahl der Impulse auf die Gutschicht. Diese sind von der Erregerfrequenz und der Fördergeschwindigkeit abhängig.
- Zeitdauer der Wurfphase (116 bis 162 ms): Die Zeitdauer der Wurfphase beeinflusst die Abscheidung von während der Wurfphase aus der Gutschicht herausgelösten Körnern. Eine Abscheidung der Körner, bevor eine eventuell eintretende Vermischung mit der auf das Sieb auftreffenden Gutschicht auftreten kann, verbessert die Entmischungsbedingungen.
- Anteil des Gleitweges am Gesamtförderweg (8 bis 16 %): Die für den Korndurchgang maßgebende Anzahl der Vergleiche des Kornes mit der Sieböffnung wird mit zunehmendem Anteil des Gleitweges am Gesamtförderweg gesteigert (Bild 4).
- Maximale (5,6 bis 8,1 m s^{-2}) und durchschnittliche (2,3 bis 4,2 m s^{-2}) Beschleunigungsdifferenz zwischen Korn und NKB: Unterschiedliche Schwebegeschwindigkeiten von Korn und NKB ergeben Differenzen in den durch die Luftströmung verursachten Beschleunigungen, die für eine Lageänderung zwischen den Gutschichtkomponenten verantwortlich und somit der Entmischung förderlich sind.

Folgende Kenngrößen des Trennprozesses sind durch die Ausbildung eines Optimums gekennzeichnet:

- Maximale (0,63 bis 0,74 m s^{-1}) und durchschnittliche (0,12 bis 0,18 m s^{-1}) Gleitgeschwindigkeit: Eine schichtartige Schwingbewegung der einzelnen Elementarschichten innerhalb der gesamten Gutschicht, die die Entmischung günstig beeinflusst, liegt bei einer optimalen Gleitgeschwindigkeit vor. Für den Korndurchgang sind hohe Gleitgeschwindigkeiten ungünstig.
- Maximale (13,8 bis 21,1 m s^{-2}) und durchschnittliche (2,3 bis 4,7 m s^{-2}) Normalbeschleunigung: Größere Normalbeschleunigungen tragen sowohl zum besseren Korndurchgang als auch aufgrund der Zunahme der Kräftedifferenz zwischen den Gutschichtkomponenten zur schnelleren Entmischung bei. Da allerdings die Durchlässigkeit des Kornes durch die Gutschicht wegen der gleichzeitig einsetzenden Verdichtung eingeschränkt wird, stellt sich ein

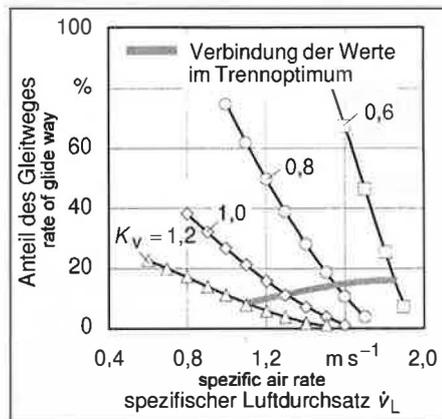


Bild 4: Anteil des Gleitweges am Gesamtförderweg bei variiertem kinematischen Kennwert K_v

Fig. 4: Number of impulses with varied kinematic parameter K_v

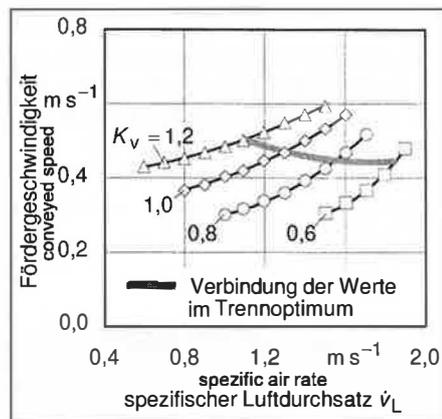


Bild 5: Fördergeschwindigkeit bei variiertem kinematischen Kennwert K_v

Fig. 5: Gliding path part of total conveying distance with varied kinematic parameter K_v

Optimum für die Normalbeschleunigung ein.

- Fördergeschwindigkeit (0,45 bis 0,50 m s^{-1}): Sie spielt eine entscheidende Rolle beim Trennprozeß. Aufgrund der Wechselbeziehung von Schichthöhe und Verweilzeit tritt ein Fördergeschwindigkeitsoptimum auf (Bild 5).

Alle Kenngrößen sind sowohl von K_v als auch v_L abhängig. Außerdem ist ihnen die an dem flacheren Verlauf der Kennlinien feststellbare Einflußabnahme von v_L mit zunehmendem K_v gemeinsam. Dadurch wird der an der Reinigung auftretende geringere Einfluß von Luftdurchsatzschwankungen auf das Trennergebnis bei einer Erhöhung der mechanischen Anregung begründet.

Bei der überwiegenden Mehrheit der Kenngrößen wirkt sich eine Erhöhung der Werte positiv auf den Trennprozeß aus. Die ähnlichen Durchgangslängen l_{80} (Bild 1) im Trennoptimum bei verschiedenen K_v spiegeln sich in den relativ eng begrenzten Wertebereichen der meisten Kenngrößen wider.

Methode zur Auslegung von modifizierten Reinigungen

Zur Auslegung einer modifizierten Reinigung ist zunächst ein Bewegungsmodell zu entwickeln, mit dem das Bewegungsverhalten und die Kenngrößen des Trennprozesses ermittelt werden können. Die Kenngrößen sind in Abhängigkeit von den mechanischen und pneumatischen sowie den konstruktiven Parametern zu bestimmen. Ein Vergleich der Kenngrößen des Trennprozesses der modifizierten Reinigung wird mit den Wertebereichen der konventionellen Reinigung vollzogen. Da zwar der qualitative, nicht aber der quantitative Einfluß jeder Kenngröße bekannt ist, besteht die Forderung nach einem zur konventionellen Reinigung mindestens gleichwertigen Betrag aller Kenngrößen. Dadurch ist sichergestellt, daß die Qualität des Trennprozesses der modifizierten Reinigung mindestens auf dem Niveau der konventionellen liegt. Diese Verfahrensweise ermöglicht in Zusammenhang mit der Variation der Betriebs- und Konstruktionsparameter die Schaffung von Richtlinien zur Auslegung dieser Parameter. Weiterhin kann die Leistungsfähigkeit der modifizierten Reinigung qualitativ eingeschätzt werden.

Zusammenfassung

16 berechnete Kenngrößen des Trennprozesses an einer konventionellen Reinigung werden Versuchsergebnissen zum Trennerfolg gegenübergestellt. Weiterhin wird eine Methode zur Auslegung einer modifizierten Reinigung vorgestellt, bei der mit Hilfe eines Bewegungsmodells die Kenngrößen des Trennprozesses ermittelt werden müssen und die auf einem Vergleich der Kenngrößen beider Reinigungen basiert.

Literatur

- [1] Freye, Th.: Untersuchung zur Trennung eines Korn-Spreu-Gemisches durch die Reinigungsanlage des Mähdeschers. Dissertation, Universität Hohenheim, 1980

Schlüsselwörter

Mähdescher, Reinigung, Trennprozeß

Keywords

Combine harvester, cleaning shoe, separation process