

Stefan Böttinger und Andrey Timofeev

# Fördervorgang und Vorentmischung auf dem Vorbereitungsboden von Mähdreschern

Der Vorbereitungsboden in Mähdreschern muss unter allen Ernte- und Einsatzbedingungen eine sichere Förderung des Gutgemisches zur Reinigungsanlage gewährleisten. Zusätzlich soll durch eine Vorentmischung des Gutes auf diesem Schwingförderer die nachfolgende Reinigungsanlage entlastet werden. An einem neu entwickelten Versuchsstand können die Einflüsse der geometrischen und kinematischen Parameter auf den Fördervorgang und die Vorentmischung untersucht werden.

## Schlüsselwörter

Mähdrescher, Vorbereitungsboden, Entmischung

## Keywords

Combine harvester, grain pan, separation

## Abstract

Böttinger, Stefan and Timofeev, Andrey

Conveying and pre-separation on the grain pan of combine harvesters

Landtechnik 65 (2010), no. 5, pp. 380-382, 5 figures, 1 reference

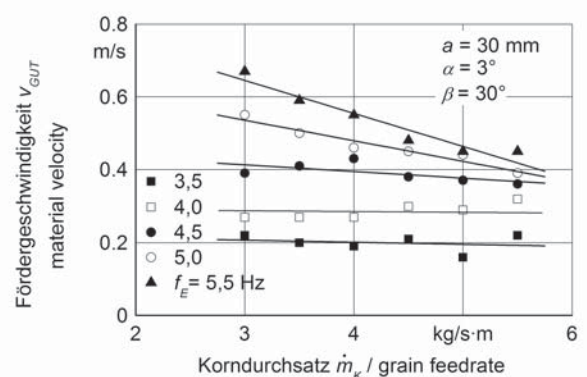
The grain pan of combine harvesters has to ensure under all working and harvesting conditions a reliable conveying of the grain mixture to the cleaning unit. Additionally, a pre-separation of the grain mixture on the oscillating conveyor will help making the cleaning easier. On a recently developed test rig the influences of the geometrical and kinematical parameters on conveying and pre-separation can be examined.

■ Im Mähdrescher fördert der Vorbereitungsboden das von den Dresch- und Trenneinrichtungen abgeschiedene Gutgemisch aus Korn und Nichtkornbestandteilen (NKB) zur Reinigungsanlage. Dieser Schwingförderer muss unter allen Ernte- und Einsatzbedingungen sicher fördern. Er soll durch Vorentmischung des Gutes die Reinigungsanlage entlasten, z.B. bei großen Gutdurchsätzen, dem vermehrten Einsatz von

rotierenden Trenneinrichtungen und hohen NKB-Anteilen. An dem bereits detailliert vorgestellten Versuchsstand können die geometrischen und kinematischen Parameter eines Vorbereitungsbodens in weiten Bereichen variiert und der Einfluss auf Fördervorgang und Vorentmischung untersucht werden [1].

High-Speed-Aufnahmen der Versuche ermöglichen die Bestimmung der Schichthöhe, die Analyse der Gutbewegung in vertikaler und horizontaler Richtung und der Auflockerung des Gutes auf dem Vorbereitungsboden. Mit den Aufnahmen werden auch die visuellen Messungen der Gutgeschwindigkeit überprüft und abgesichert. Mittels der Reinigungsanlage, die dem Vorbereitungsboden nachgeordnet ist, wird die Güte der Vorentmischung bestimmt. Hierzu werden aus dem Siebüber-

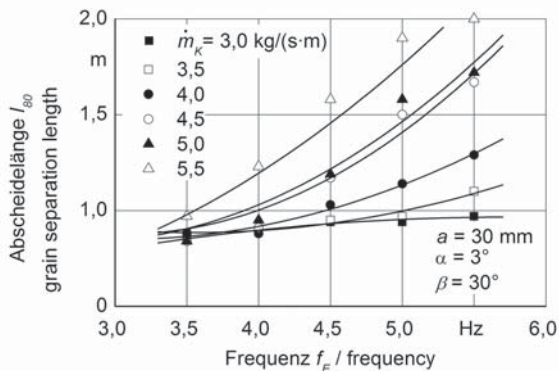
Abb. 1



Einfluss des Korndurchsatzes auf die Fördergeschwindigkeit bei verschiedenen Frequenzen

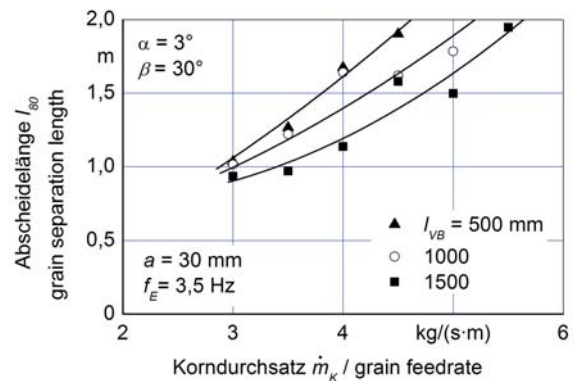
Fig. 1: Effect of grain feedrate on the material velocity at different frequencies

Abb. 2



Einfluss des Korndurchsatzes auf die Abscheidelänge in Abhängigkeit von Frequenz  
 Fig. 2: Effect of grain feedrate on the grain separation length in dependence on the frequency

Abb. 3



Einfluss der Länge des Vorbereitungsbodens auf die Abscheidelänge  
 Fig. 3: Effect of the length of the grain separation pan on the grain separation length

gang die Reinigungsverluste und anhand von vier Auffangbehältern über der Sieblänge der Abscheideverlauf ermittelt. Die daraus berechnete Abscheidelänge  $l_{80}$  ist die Sieblänge, bei der 80 % der aufgegebenen Körner abgeschieden sind.

### Untersuchungsergebnisse

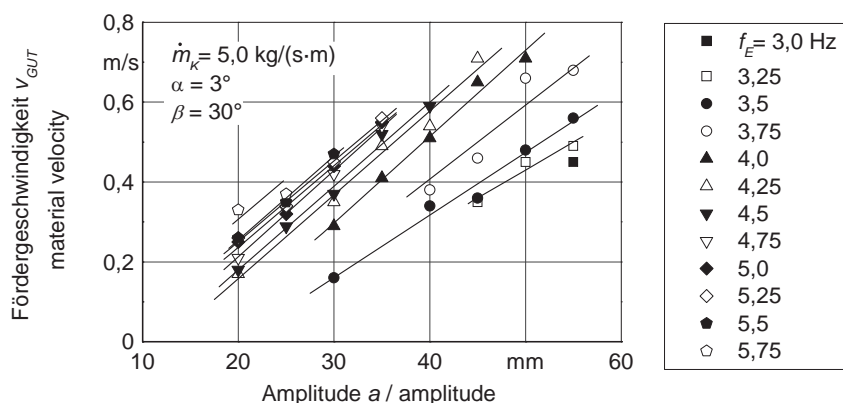
In den bereits veröffentlichten Versuchsergebnissen wurden die Einflüsse der Gutschichtung auf dem Vorbereitungsboden sowie von Frequenz und Amplitude des Schwingförderers aufgezeigt [1]. In weiteren Versuchen konnten die Einflüsse der geometrischen und kinematischen Parameter detaillierter untersucht werden.

Einfluss der Gutschichtdicke auf Gutgeschwindigkeit und Abscheidung: Die Dicke der Gutschicht auf dem Vorbereitungsboden hängt vom Gutdurchsatz und der Gutgeschwindigkeit ab. Die Gutgeschwindigkeit selbst wird auch von der Schichtdicke beeinflusst. Durch die Schwingbewegung des Vorbereitungsbodens wird eine mechanische Anregung in das Gutgemisch ein-

geleitet. Die Dämpfung der Gutschicht bewirkt, dass die mechanische Anregung nicht in die gesamte Schicht übertragen wird und dadurch die Gutgeschwindigkeit sinkt. Mit zunehmender Frequenz der Anregung wird der Einfluss des Gutdurchsatzes auf die Gutgeschwindigkeit stärker (**Abbildung 1**). Ab einer Frequenz von  $f_E = 4\text{--}4,5$  Hz tritt in der hier verwendeten Konfiguration des Vorbereitungsbodens Wurfförderung auf. Dadurch wird die Gutschicht stärker aufgelockert und ihre elastischere Eigenschaft behindert die Übertragung der mechanischen Anregung.

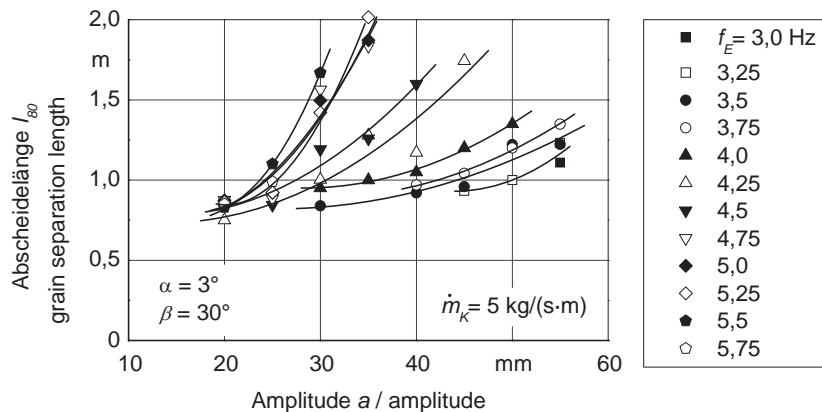
Mit zunehmender Schichthöhe steigt nicht nur die nötige Zeit für die Entmischung, sondern auch der Entmischungsvorgang selbst wird durch die geringere Anregung der oberen Schichten erschwert. Deshalb steigt die Abscheidelänge  $l_{80}$  mit dem Gutdurchsatz sehr stark an (**Abbildung 2**). Ist die Gutschicht bereits auf dem Vorbereitungsboden vollständig entmischt, dann ist die Gutgeschwindigkeit nahezu unabhängig vom Gutdurchsatz.

Abb. 4



Fördergeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Amplitude  
 Fig. 4: Material velocity in dependence on the amplitude

Abb. 5



Abscheidelänge in Abhängigkeit von Amplitude

Fig. 5: Grain separation length in dependence on amplitude

Die mechanische Anregung überträgt sich beinahe ungedämpft auf die sich direkt auf dem Vorbereitungsboden befindenden Körner. Diese Körner tragen bei der weiteren Förderung die NKB-Schicht.

- Einfluss der Länge des Vorbereitungsbodens: Die Länge des Vorbereitungsbodens und dadurch die längere Verweildauer des Gutes auf ihm, spielt eine wesentliche Rolle für die Entmischung. Bis zu einem Korndurchsatz von  $\dot{m}_K = 3 \text{ kg/(s}\cdot\text{m)}$  unterscheiden sich bei den gewählten Parametern der Versuchsanlage die Abscheidelängen  $l_{80}$  durch unterschiedlich lange Vorbereitungsböden nicht deutlich. Erst mit weiter steigendem Korndurchsatz nimmt die Abscheidelänge  $l_{80}$  bei geringeren Längen des Vorbereitungsbodens stärker zu (**Abbildung 3**). Erhöht sich der Korndurchsatz von  $\dot{m}_K = 3 \text{ kg/(s}\cdot\text{m)}$  auf  $4,5 \text{ kg/(s}\cdot\text{m)}$ , führt eine Verlängerung des Vorbereitungsbodens von  $l_{VB} = 500 \text{ mm}$  auf  $1500 \text{ mm}$  zu einer Verringerung der Abscheidelänge  $l_{80}$  um bis zu 50 %.
- Einfluss Amplitude und Frequenz: Die Amplitude  $a$  und die Frequenz  $f_E$  des Schwingförderers beeinflussen sehr stark die Fördergeschwindigkeit und die Entmischung. Mit der Amplitude nimmt die Fördergeschwindigkeit linear zu (**Abbildung 4**). Im üblichen Bereich der Grundeinstellungen des Vorbereitungsbodens von Mähdreschern liegt die Fördergeschwindigkeit bei Amplituden von etwa  $a = 30 \text{ mm}$  im Bereich von  $v_{GUT} = 0,35\text{--}0,5 \text{ m/s}$ . Die hierzu gehörenden Frequenzen befinden sich im Bereich von  $f_E = 4\text{--}5,5 \text{ Hz}$ . Dagegen steigt die Abscheidelänge  $l_{80}$  bei allen Frequenzen mit der Amplitude überproportional an (**Abbildung 5**). Für die detaillierte Analyse des Einflusses von Amplitude und Frequenz werden Kombinationen von beiden herangezogen, bei denen vergleichbare Fördergeschwindigkeiten erreicht werden. Hierbei ergibt sich, dass bei den Kombinationen mit größerer Amplitude deutlich kürzere Abscheidelängen erreicht werden. Durch die größeren Amplituden

steigt die Werfhöhe dank der längeren Schwingweite an. Dadurch findet eine bessere Auflockerung der Gutschicht statt. Zudem wird die Geschwindigkeit der Gutpartikel beim Aufprall auf den Vorbereitungsboden größer. Beide Effekte wirken sich besonders bei höheren Korndurchsätzen bzw. bei größeren Schichthöhen positiv auf die Entmischung aus.

### Zusammenfassung

Die Leistung einer Mähdrescher-Reinigungsanlage kann durch eine Vorentmischung des Reinigungsgutes auf dem Vorbereitungsboden deutlich gesteigert werden. Im Labor konnten an einem Versuchsstand die geometrischen und kinematischen Parameter eines Vorbereitungsbodens und deren Einfluss auf den Fördervorgang und die Vorentmischung untersucht werden. Insbesondere bei höheren Gutdurchsätzen und damit größeren Schichtdicken ist die mechanische Anregung der oberen Gutschicht durch den Vorbereitungsboden erschwert. Eine bessere Vorentmischung wird hier durch größere Amplituden und eine geringere Frequenz der Schwingbewegung erreicht.

### Literatur

- [1] Timofeev, A.; Wacker, P.; Böttinger, S. (2007): Untersuchungen am Vorbereitungsboden von Mähdreschern. Landtechnik 62 (2), S. 90-91

### Autoren

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Böttinger** ist Leiter des Fachgebiets Grundlagen der Landtechnik am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, E-Mail: boettinger@uni-hohenheim.de

**Dipl.-Ing. Andrey Timofeev** war als DAAD-Stipendiat wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Fachgebiet und ist heute Betriebsleiter bei der Firma Liebherr in Dzerzhinsk, Russland.