

Michael Schwarz, Waldemar Schulz, Joachim Baumgarten und Stefan Böttinger

Gutzuführungskonzept für Laboruntersuchungen von Mähdrescherreinigungseinrichtungen

Zur Weiterentwicklung von Mähdrescherreinigungsanlagen am Laborprüfstand werden Zuführungssysteme für Nichtkornbestandteile (NKB) und Korn zur Bereitstellung des Reinigungsgemisches benötigt. Ein wesentlicher Anspruch ist die konstante Beschickung des Prüfstandes, um den stationären Betriebspunkt der Reinigungsanlage darzustellen. An der Universität Hohenheim wurde dazu in Zusammenarbeit mit der Firma CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH ein Gutzuführungskonzept erarbeitet und umgesetzt, welches eine effizientere Nutzung zeitlicher Kapazitäten gestattet und den Personalaufwand für das Betreiben der Anlage reduziert.

Schlüsselwörter

NKB-Dosierung, Reinigungsanlage, Laboruntersuchung, Mähdrescher, Zuführungskonzept

Keywords

MOG-dosage, cleaning unit, laboratory examination, combine harvester, feeding system

Abstract

Schwarz, Michael; Schulz, Waldemar; Baumgarten, Joachim and Böttinger, Stefan

Chaff feeding concept for laboratory tests of combine harvester cleaning units

Landtechnik 65 (2010), no. 5, pp. 376-379, 6 figures, 6 references

Further development of combine cleaning units on a test rig requires feeding systems to supply a cleaning mixture of material other than grain (MOG) as well as grain. One essential demand is the constant charging of the test rig with cleaning material to describe the stationary operating point of the cleaning unit. The University of Hohenheim in cooperation with CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH developed and produced a feeding system for the cleaning unit test rig which permits a more efficient use of time capacity and reduces the manpower requirement to run the system.

Die Gutzuführung für Laboruntersuchungen von Mähdrescherreinigungseinrichtungen wird hauptsächlich durch Bandbeschickungen realisiert. Dabei werden die zu trennenden Korn- und NKB-Mengen auf eine konstante Förderbandlänge aufgelegt. Zur Anordnung der einzelnen Gemischbestandteile gibt es verschiedene Theorien: von der alternierenden schichtweisen Belegung bis hin zur Aufbringung eines stochastischen Gutgemisches. An der Universität Hohenheim kommt eine Belegung mit 2 oder 3 Schichten zum Einsatz. Angelehnt an die Versuchsguteinteilung nach Damm wurde von Freye die Kornmenge auf die Spreu und diese auf das Kurzstroh aufgelegt, wobei es sich bei der Zusammensetzung der Spreu hauptsächlich um die Spelzen handelt [1; 2]. Dahany [3] belegte in zwei Schichten: Die Kornmenge wurde auf einem Spreugemisch von Spelzen, Grannen und Kurzstrohanteilen verteilt. Aufgrund der Gutbeanspruchung im Versuchsbetrieb wurde ein Teil der NKB durch neues Material ersetzt. Von Hand wurden die neuen NKB unten und darauf die bereits benutzten NKB auf das Band aufgegeben. Hierbei wurden konstante Gewichtsanteile der einzelnen Fraktionen je Meter Bandlänge aufgelegt und an den Übergängen homogenisiert. Mittels Zellenraddosierer erfolgt anschließend die Zuführung der Kornmenge auf die NKB.

Die Variierung des Gutdurchsatzes kann über die aufgebrauchte Gutmenge (Schichthöhe) oder die Förderbandgeschwindigkeit gesteuert werden [3]. Um den Einfluss der Wandreibung bei hohen Gutdurchsätzen an Prüfständen mit geringen Arbeitsbreiten in Grenzen zu halten, wird die Bandlänge von vier auf 14 m erweitert, die Förderbandgeschwindigkeit erhöht und damit die Schichthöhe reduziert [4]. Der Ansatz einer automatisierten Gutbeschickung für Mähdrescherreinigungsanlagen ist nicht neu. Grobler setzte bereits zur Untersuchung am Planetentrommelsortierer eine Einrichtung aus Förderschnecken,

Paddelevator und Vorratssilo ein. Die Einstellungen waren allerdings nur schwer reproduzierbar [5]. Die Dosiereinrichtung der TU Dresden besteht aus einem Zuführband und einem deckungsgleich angeordneten, in sich abrollbaren Dosierband, um das Gut schichtweise aufzulegen. Die Zufuhr in den Prüfstand wird mit einer Rutsche zur Vermeidung von Durchmischungen realisiert [6]. Zur Gewährleistung einer hohen Reproduzierbarkeit bedingt die konventionelle Gutbeschickung mit Zuführbändern einen im Vergleich zur eigentlichen Messzeit hohen Vorbereitungsaufwand.

Anforderungen

Der Einsatz einer automatisierten Dosiereinrichtung soll die Produktivität bei Laborversuchen, das heißt die mögliche Anzahl von Versuchen pro Tag, erhöhen (**Abbildung 1**). Auf der Basis der von Grobler und Baumgarten für die stationäre Versuchsphase bei Reinigungsuntersuchungen ermittelten Messzeit von 6 s soll der bereitgestellte Durchsatz des Gutgemisches für bis zu 10 s einen konstanten Wert besitzen [5; 6]. Zur realitätsnahen Betrachtung des Gesamtsystems Mähdrescherreinigung soll eine separate Beschickung von Vorbereitungsboden (VB) und Rücklaufboden (RLB) mit unterschiedlicher Gutmengenverteilung sowie jeweils variabel einstellbarem Korn-NKB-Verhältnis möglich sein. Somit kann das Übergabeverhalten des Korn-NKB-Gemisches vom RLB auf den VB sowie dessen Einfluss auf die Abscheideleistung der Reinigung untersucht werden. Es wird ein Durchsatz an Korn zwischen 0,2 und 8,44 kg/(s · m) und an NKB zwischen 0,16 und 1,96 kg/(s · m) angestrebt. Ein Ziel ist es, den mechanischen Verschleiß des Versuchsgutes so weit wie möglich zu vermeiden. Weiterhin soll die Reproduzierbarkeit der anzufahrenden NKB-Durchsatzpunkte die bei der Dosierung durch Bandauflage ermittelten Grenzwerte von +/- 3,5 % nicht überschreiten.

Aufbau der NKB- und Kornzuführeinrichtung

Der Aufbau der NKB-Dosierung ist im kinematischen Schema (**Abbildung 2**) dargestellt. Die Dosierung der NKB-Gutmenge für VB und RLB wird über einen Behälter mit Entleerungsvorrichtung realisiert. Diese Vorrichtung besteht aus einem am Behälterboden angebrachten Kratzkettenförderer sowie einem Becherwerk zur kontinuierlichen Entleerung. An der Behälterdecke ist eine weitere Fördereinrichtung eingebaut, welche den Speicherinhalt zurückhält und ein kontinuierliches Abstreifen der Becherfüllung am Auswurfpunkt zum Schwingförderer bewirkt. Die NKB werden im Betrieb entgegen dem Uhrzeigersinn bewegt und dadurch in einen stationären Zustand gebracht. Dieser stationäre Zustand bleibt nur solange erhalten, wie die Gutrückführung durch den oberen Abstreifer gewährleistet wird. Daher ist zur Einhaltung eines konstanten NKB-Durchsatzes eine bestimmte Füllmenge erforderlich. Durch das Becherwerk werden die NKB portionsweise auf einen Schwingförderer gegeben, der zur Vereinheitlichung der Gutportionen dient.

Nach der Homogenisierung des NKB-Gutstromes wird er zur VB- und RLB-Beschickung aufgeteilt, wobei ein einstellbares



Abb. 1

Versuchsstand der NKB-Dosierung. Foto: Schwarz
Fig. 1: Test rig of MOG-feeding system

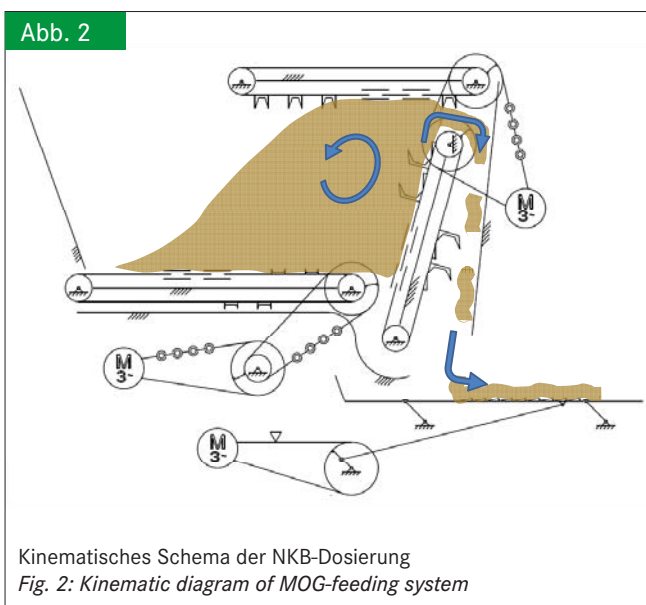


Abb. 2

Kinematisches Schema der NKB-Dosierung
Fig. 2: Kinematic diagram of MOG-feeding system

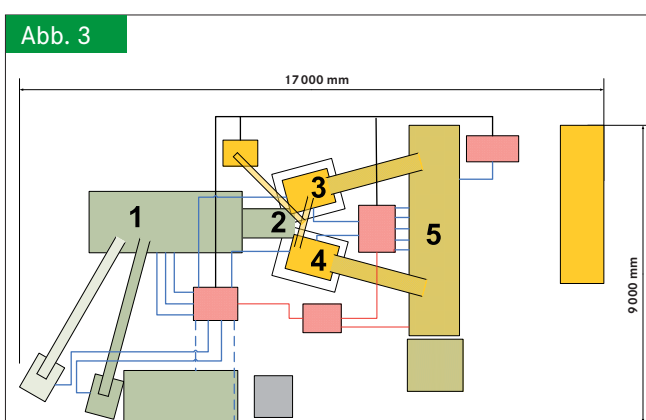


Abb. 3

Aufriss des Reinigungsprüfstandes (1 NKB-Dosierung, 2 Schwingförderer mit Gutstromaufteilung, 3/4 Korndosierung und Förderschnecke VB/RLB, 5 Reinigungsprüfstand)
Fig. 3: Ground plan of test rig for cleaning units (1 MOG-feeding system, 2 oscillating conveyor with splitter, 3/4 grain dosage and auger preparation floor, 5 Test rig of cleaning unit)

Teilungsblech verwendet wird. Die beiden Korndosiereinheiten sind mit konventionellen Zellenradschleusen ausgerüstet, welche die Kornmenge zur Beschickung des Reinigungsprüfstandes in die jeweilige Förderschnecke für VB und RLB zuführen. Die Gutaufgabe erfolgt dabei von oben auf den NKB-Gutstrom. Die Förderschnecken übernehmen die Durchmischung sowie den Transport der NKB- und Kornfraktionen. Die Gutaufgabe des Korn-NKB-Gemisches auf den VB und RLB im Prüfstand wird über mit Einlauftrichtern bestückte Zellenradschleusen bewerkstelligt. Den Aufriss des gesamten Mährescherreinigungsprüfstandes zeigt **Abbildung 3**.

Die Dosiereinrichtung sowie der nachfolgend angeordnete Reinigungsprüfstand werden durch eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) gesteuert. Die Zu- und Abschaltzeiten der Zuführungselemente, wie NKB- und Korndosierer sowie Förderschnecken und Zellenradschleusen, sind aufeinander abgestimmt, um die Vorlaufzeiten und damit die Gutmengen zu minimieren.

Versuchsanstellung/Kalibrierung

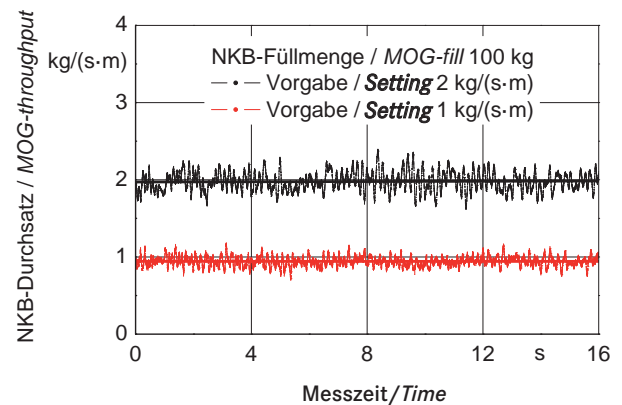
Im Versuchsbetrieb muss die NKB-Dosieranlage über eine Dauer von bis zu 10 s einen konstanten NKB-Durchsatz gewährleisten. Am Reinigungsprüfstand können die transienten Phasen ausgeblendet werden. Kalibriert wird die NKB-Dosiereinrichtung mithilfe einer Waagenkonstruktion auf Basis einer Plattformwägezelle, welche nach dem Schwingförderer angeordnet ist. Der Füllungsgrad der NKB-Dosiereinrichtung wird nach jedem Messpunkt auf den Ausgangswert gebracht, wobei die entnommene NKB-Menge im Verhältnis 1:3 von neuen zu gebrauchten NKB dem Dosiersystem rückgeführt wird. Der NKB-Massestrom wird über eine Versuchsdauer von 40 s gemessen, wobei eine Ein- und Auslaufphase von jeweils 5 s integriert ist. Der Schwingförderer wird nach jedem Messpunkt leer gefahren.

Die Messdaten werden einer statistischen Auswertung unterzogen. Diese basiert auf einem Datensatz von 20 Versuchen pro angefahrenem NKB-Durchsatzpunkt. Der NKB-Durchsatz wird durch Differenzierung der Massenzunahmen über der Messzeit ermittelt und anschließend über die 20 Einzelversuche gemittelt. Die Triggerung der Messdaten erfolgt mit Berücksichtigung einer Einlaufphase. In **Abbildung 4** sind für die konstante NKB-Füllmenge von 100 kg der NKB-Durchsatz über der Messzeit für zwei Versuchspunkte dargestellt.

Die Auswertung der Messdaten zur Kalibrierung zeigt dynamische Effekte auf (**Abbildung 5**). Die Amplitudenverkleinerung ist durch den Einfluss der sinkenden Fallhöhe auf den Massenimpuls der NKB-Gutportion bei der Wägung sowie durch die Auswirkung der zunehmenden Dämpfung der bereits aufgenommenen NKB-Menge begründet. Durch eine FFT (fast Fourier transform) kann die Anregungsfrequenz von 5,6 Hz des Schwingförderers sowie die durchsatzabhängige Abgabefrequenz des Becherwerkes nachgewiesen werden.

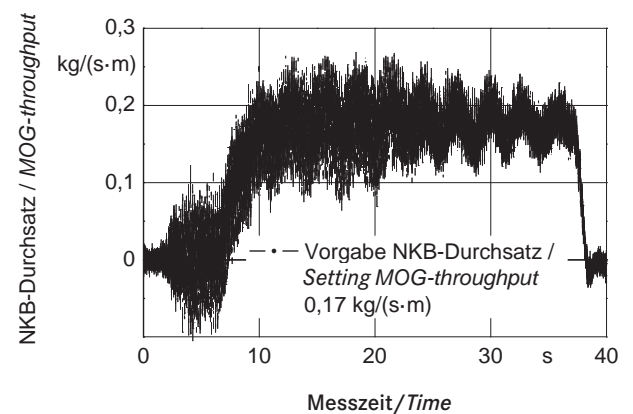
Diese geringen rhythmisch alternierenden Durchsätze werden aufgrund der Pufferwirkung der nachfolgenden Förder-

Abb. 4



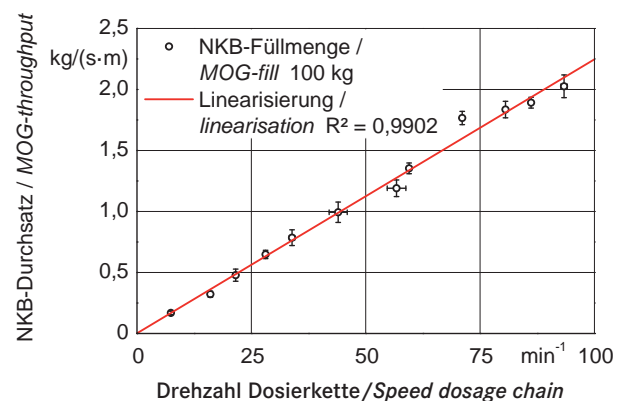
Nachweis des konstanten NKB-Durchsatzes
Fig. 4: Verification of constant MOG-throughput

Abb. 5



Dynamische Einflüsse auf die NKB-Dosierung
Fig. 5: Dynamic effects on MOG-feeding

Abb. 6



Kalibrierkurve des NKB-Dosiersystems
Fig. 6: Calibration curve of MOG-feeding system

organe wie Schneckenelevator und Zellenradschleuse weiter geglättet und lassen sich messtechnisch bei der VB- und RLB-Beschickung nicht mehr nachweisen. In **Abbildung 6** ist das Kalibrierkennfeld der NKB-Dosiereinheit für eine konstante Speicherfüllung von 100 kg NKB-Masse dargestellt. Die Standardabweichungen bewegen sich im Bereich von +/- 5 % des Einstellwertes.

Schlussfolgerungen

Die notwendige Funktionssicherheit sowie die Homogenität des bereitgestellten NKB-Durchsatzes durch das neue NKB-Dosierungssystem wurde nachgewiesen und erlaubt den Einsatz im Versuchsbetrieb. Nachdem die Überprüfung der Korn-/NKB-Zusammensetzung des Gemisches für VB und RLB nach den beiden Förderschnecken zufriedenstellend abgeschlossen ist, wird bei zukünftigen Untersuchungen an Mähdrescherreinigungsanlagen das beschriebene NKB-Dosierungssystem eingesetzt werden.

Literatur

- [1] Damm, J. (1972): Der Sortiervorgang beim luftdurchströmten Schwing-sieb. Dissertation, Technische Hochschule Stuttgart, Fortschrittberichte der VDI-Zeitschriften Reihe 3, Nr. 37
- [2] Freye, T. (1980): Untersuchungen zur Trennung von Korn-Spreu-Gemischen durch die Reinigungsanlage des Mähdreschers. Dissertation, Universität Hohenheim, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 47
- [3] Dahany A. (1994): Verbesserung der Leistungsfähigkeit luftdurchströmter Schwingsiebe bei der Korn-Spreu-Trennung im Mähdrescher durch Optimierung der Luftverteilung. Dissertation, Universität Hohenheim, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 245
- [4] Zhao, Y. (2002): Einfluß mechanischer und pneumatischer Parameter auf die Leistungsfähigkeit von Reinigungsanlagen im Mähdrescher. Dissertation, Universität Hohenheim, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 287
- [5] Grobler, H. W. (1987): Untersuchungen zur Korn-Stroh-Trennung mit überlagerten Beschleunigungen im Planetentrommelsortierer. Dissertation, Universität Stuttgart, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 140
- [6] Baumgarten, J. (1988): Theoretisch experimentelle Untersuchungen zur Optimierung des Trennprozesses in einer Kaskadenreinigungseinrichtung eines Mähdreschers. Dissertation, Technische Universität Dresden

Autoren

Dipl.-Ing. IWE Michael Schwarz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Fachgebiet Grundlagen der Agrartechnik (Leitung **Prof. Dr.-Ing. S. Böttinger**), Garbenstraße 9, 70599 Stuttgart, E-Mail: m.schwarz@uni-hohenheim.de

Dipl.-Ing. Waldemar Schulz und **Dr.-Ing. Joachim Baumgarten** sind Mitarbeiter der CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH Harsewinkel.

Danksagung

Das Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim dankt dem Projektpartner Abteilung Vorentwicklung CLAAS Selbstfahrende Erntemaschinen GmbH Harsewinkel für die Unterstützung in der Fertigung und Finanzierung der Anlage. Besonderer Dank gilt dabei **Dipl.-Ing. Waldemar Schulz** für die kompetente Zusammenarbeit.