

Stefan Böttinger und Peter Wacker

# Mähdrescher – Stand der Technik und Weiterentwicklungen für die Maschineneinstellung

Die Mähdrescherhersteller weiten ihr Maschinenangebot immer weiter aus, um Lösungen für die vielfältigen Anforderungen des europäischen Marktes anbieten zu können. Die meisten Marken haben inzwischen unterschiedliche Dresch- und Trennsysteme im Programm. Durch Zusammenarbeit und Joint Ventures stärken sich die Hersteller und erhöhen die Stückzahlen der einzelnen Produktionsstätten. Auf der VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2009 und auf der Agritechnica 2009 wurden u. a. neue Lösungen für die Verbesserung der Maschinenauslastung und die Erleichterung der Maschineneinstellung vorgestellt.

## Schlüsselwörter

Mähdrescher, Informationssysteme, Regelsysteme, Elektronik, Erntebedingungen

## Keywords

Combine harvester, information systems, control systems, electronic, harvest conditions

## Abstract

Böttinger, Stefan and Wacker, Peter

Landtechnik 65 (2010), no. 2, pp. 102-105, 4 figures, 8 references

Combine harvesters – state-of-the-art and further developments for the improvement of machine settings

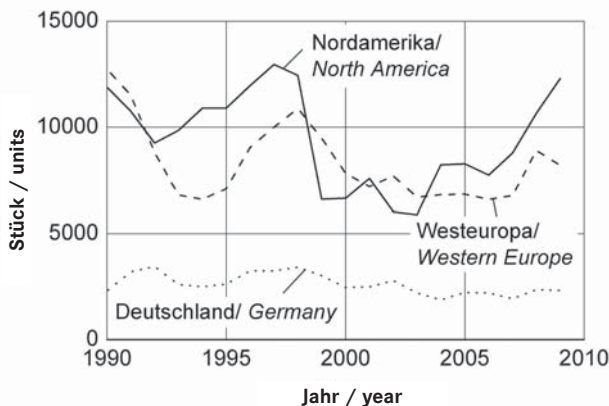
The manufacturers of combine harvesters are expanding their product offers to provide solutions for the various demands of the european market. Most of the brands offer now several threshing and separation systems. The manufacturers strengthen their position and increase the production numbers of single factories by cooperation and joint ventures. At the VDI-MEG Conference Landtechnik AgEng 2009 and at the Agritechnica 2009 new solutions were presented to improve machine utilization and to facilitate machines settings.

■ In Deutschland ist der Mähdreschermarkt 2008/09 um 2 % auf 2324 Einheiten gesunken [1]. Damit fiel der Marktrückgang weniger stark aus als erwartet. In Nordamerika stieg der Mähdrescherabsatz weiter an und erreichte mit 12306 Einheiten einen Zuwachs von 15 % [2] (**Abbildung 1**). Neben der Stückzahlentwicklung muss auch das Größenwachstum der durchschnittlich verkauften Maschinen beachtet werden. Von Claas wurde die Entwicklung des durchschnittlichen Leistungsindex seiner verkauften Maschinen veröffentlicht [3]. Über den veröffentlichten Zeitraum von 17 Jahren ist ein kontinuierliches Wachstum von ca. 3,2 % p.a. bzw. von insgesamt 70 % zu verzeichnen (**Abbildung 2**).

## Angebote wichtiger Hersteller

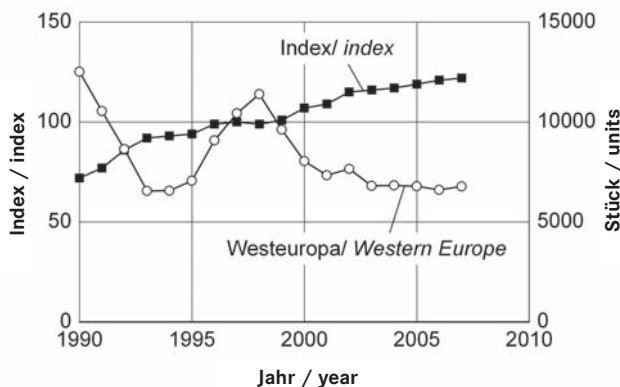
Agco verstärkt weiterhin seine Aktivitäten im Bereich der Erntetechnik. Das Angebot an Axialmähdreschern in Europa basiert auf der 9000-Serie von Massey Ferguson in den USA. Unter den Marken Fendt und MF werden drei unterschiedliche Maschinen mit Motor-Nennleistungen von 224 bis 316 kW und je einem Rotor von 700 bzw. 800 mm Durchmesser angeboten. Zur Agritechnica 2009 wurde der schon länger angekündigte Hybridmähdrescher Fendt 9460 X / MF Delta 9280 vorgestellt. Auf der Plattform der 8-Schüttler-Maschine ist ein 3-Trommel-Dreschwerk aus einer Dreschtrommel mit 600 mm Durchmesser, einer Wende- sowie einer Zuführtrommel mit zwei 4,2 m langen Abscheiderotoren integriert (**Abbildung 3 unten**). Die Reinigungsanlage wurde an die höhere Gutbeladung angepasst. Beispielsweise ist das Gebläse mit einer zusätzlichen Luftansaugöffnung in der Mitte seines Gehäuses versehen worden. Die maximale Motorleistung soll 367 kW betragen. Mitte 2010 wird die Produktionsstätte in Randers/Dänemark geschlossen und der Bau der Hybridmähdrescher und der 8-Schüttler-Ma-

Abb. 1



Entwicklung wichtiger Mähdreschermärkte  
Fig. 1: Development of important combine markets

Abb. 2

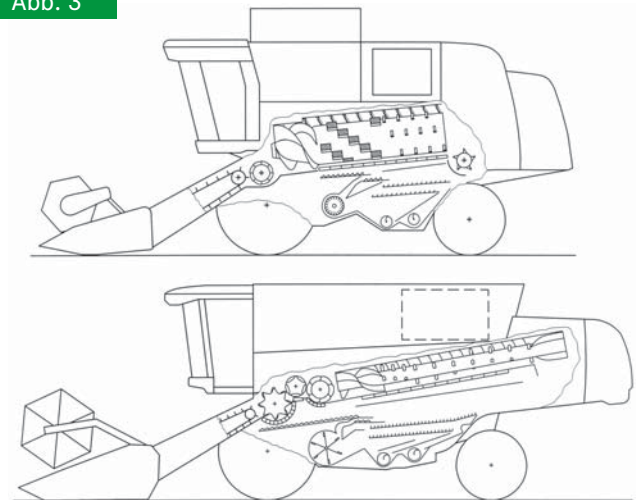


Entwicklung der Mähdrescherleistung am Beispiel des durchschnittlichen Leistungsindex der verkauften Maschinen der Firma Claas [3]  
Fig. 2: Development of combine capacity by the example of the average output index of the machines sold by the company Claas [3]

schinen nach Breganze/Italien verlagert. Dies stärkt den Standort des Joint Ventures von Agco mit Laverda, einem Unternehmen der Argo-Gruppe.

Claas baut sein Angebot im mittleren und im unteren Leistungssegment aus. Die Baureihe Tucano kombiniert bisher bewährte Technik aus der Mittelklasse und den größeren Lexion-Modellen. Zum Einsatz kommen eine Dreschtrommel mit 450 mm Durchmesser, die bei den größeren Modellen mit einer zusätzlichen Vortrommel kombiniert ist, und 5- bzw. 6-Hordenschüttler. Auf der Agritechnica 2009 ist die Baureihe um ein Hybridmodell mit Dreschwerk aus Vor- und Dreschtrommel von 1 580 mm Breite nach oben erweitert worden. Zur Restkornabscheidung ist ein Abscheiderotor von 4,2 m Länge und einem Durchmesser von 570 mm nachgeschaltet. Der Mähdrescher verfügt über eine Motornennleistung von 261 kW. Die Einführung des neuen Modells Avero mit 146 kW Motornennleistung ergänzt und wertet das Angebot in unteren Leistungsbereich auf. Sein Dreschwerk aus Vor- und Dreschtrommel ist 1 060 mm breit und die Restkornabscheidung erfolgt über ei-

Abb. 3



Schematische Darstellung Deutz-Fahr 7545 RTS (oben) [4] und Fendt 9460 X / MF 9280 Delta (unten)  
Fig. 3: Schematic view of Deutz-Fahr 7545 RTS (above) [4] and Fendt 9460 X / MF 9280 Delta (below)

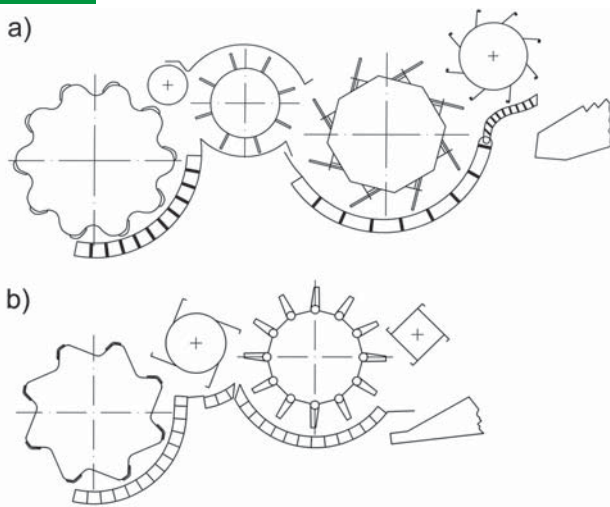
nen 4-Hordenschüttler. Die Informations- und Bediensysteme sind entsprechend der Preisklasse der Maschine einfach, aber in Anlehnung an die Systeme größerer Modelle des Herstellers gestaltet.

Deutz-Fahr präsentierte bereits im November 2008 auf der EIMA in Bologna und im Februar 2009 auf der SIMA in Paris einen neuen Axialflussmähdrescher mit einem Deutz Motor. Die von Vassalli in Argentinien entwickelte und dort als AX 7500 angebotene Maschine wird in Europa als 7545 RTS mit 331 kW angeboten. Die Produktion erfolgt im Werk von Same Deutz-Fahr in Zupanja, Kroatien. Der hydrostatisch angetriebene Rotor wird über eine Zuführtrömmel beschickt und hat einen Durchmesser von 750 mm und eine Länge von 3 150 mm. Die Reinigungsanlage verfügt über zwei luftdurchströmte Fallstufen (**Abbildung 3 oben**). Ein zuschaltbarer Allradantrieb ist für diese Maschine serienmäßig.

John Deere führte mit der T-Baureihe ein neu entwickeltes Dresch- und Abscheidekonzept ein. Hierzu sind aus der C-Serie Dresch-, Abstreifer- und Zuführtrömmel übernommen worden. Zusätzlich sind eine Abscheide- und eine Wendetrommel nachgeordnet, die den Gutfluss auf 5 oder 6 gekürzte Schüttlerhornden umlenkt (**Abbildung 4a**). Die Abscheidetrommel hat wie die Dreschtrommel einen Durchmesser von 660 mm, wird aber wie die mit einem kurzen Korb ausgestattete Wendetrommel nur mit zwei verschiedenen Drehzahlen betrieben. Dieses Dresch- und Abscheidekonzept soll eine strohschonende Arbeitsweise mit einer hohen Durchsatzleistung vereinigen. Gegenüber einem reinen Schüttlermähdrescher soll eine 15 % höhere Durchsatzleistung bei flacherer Verlustkurve möglich sein.

Das Dresch- und Abscheidesystem der CSX-Baureihe von New Holland besteht ebenfalls aus vier Trommeln (**Abbildung 4b**). Zur Strohschonung kann der hintere Teil des Dreschkorbs weggeschwenkt und der Einlauf in die Abscheidetrommel

Abb. 4



Neuere Dresch- und Abscheidesysteme:

a) John Deere T-Serie, b) New Holland CSX Baureihe [5]

Fig. 4: Newer threshing and separation systems:

a) John Deere T-series, b) New Holland CSX series [5]

vergrößert werden. Das optische System am Körnerelevator zur Erkennung von Bruchkorn und Verunreinigungen ist für die CR-Maschinen erhältlich. Neben den optionalen Fahrwerken für Hangmähdrescher bietet New Holland drei verschiedene Systeme zum Seitenhangausgleich für die Reinigungsanlage an. In den CR- und den CX-Modellen kann der gesamte Siebkasten bis zu 17 % nivelliert werden. In den TC-Modellen sind optional nivellierende Obersiebelelemente bis 23 % und bewegliche Hangstege am Vorbereitungsboden erhältlich. Eine zusätzliche seitliche Schwingbewegung am Vorreinigungs- und am Obersieb gleichen bei den CSX-Modellen Hangneigungen von bis zu 25 % aus. Die Größe der Schwingbewegung ist neben der Hangneigung auch von der eingestellten Gebläsedrehzahl abhängig. Auf der Agritechnica 2009 wurde eine automatische Einstellung der Gebläsedrehzahl in Abhängigkeit der Neigung des Mähdreschers von der Steig- und Falllinie und von der Fruchtart vorgestellt.

### Fahrerunterstützung

Die Weiterentwicklungen der Maschinenbedienung und die Anbindung an Teleservicesysteme dienen in erster Linie dazu, die in den Mähdreschern installierte Leistung bei den unterschiedlichsten Ernte- und Einsatzbedingungen weitestgehend auszunutzen. Multifunktionsgriffe und LC-Displays sind bei allen Herstellern ab der mittleren Leistungsklasse zur Standardausrüstung im westeuropäischen Markt geworden. Die Maschinen bieten heute bis zu 50 durch den Maschinenbediener einstellbare Parameter, wobei die meisten direkt aus der Kabine ansteuerbar sind. Automatische Lenksysteme entlasten den Bediener während der Ernte und geben ihm die Möglichkeit, die Arbeitsweise der Maschine besser zu überwachen und durch Einstelländerungen zu verbessern. Für automatische Regelungen der Dresch- und Trennprozesse im Mähdrescher

mangelt es meistens noch an den entsprechenden Sensoren für die Arbeitsqualität der Maschine. Deshalb wird bis auf Weiteres die Verantwortung für die Maschineneinstellung beim Fahrer liegen. Zu dessen Schulung bieten Maschinenhersteller Kurse an. Größere Betriebe oder Lohnunternehmen nutzen die interne Wissensvermittlung von geübten zu ungeübten Anwendern. Mittels Teleservice kann zwar aus der Ferne die Maschineneinstellung und -leistung beobachtet werden, aber ohne die Informationen über die aktuellen lokalen und sich ändernden Erntebedingungen können daraus kaum gültige Empfehlungen abgeleitet werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Unterstützung des Bedieners hat New Holland mit einem Expertensystem für Mähdrescher vorgestellt [6]. Vom Anwender vorgegebene Grenzwerte für die fünf wichtigsten Parameter der Maschinenfunktion werden auf ihre Einhaltung überwacht. Die Parameter sind die Körnerverluste der Abscheidung und der Reinigungsanlage, die Überkehrmenge, und, wenn auf der Maschine verfügbar, der Anteil an Körnerbruch und an Verunreinigungen im Körnerstrom. Wird ein Grenzwert überschritten, kann der Bediener über Tastendruck einen Ratschlag zur Verbesserung der Maschineneinstellung abrufen. Hierzu vergleicht das System die aktuellen Einstellwerte für das Dreschwerk und die Reinigungsanlage mit abgespeicherten gutartsspezifischen Einstellempfehlungen. Je größer die Abweichung, desto höher ist die Priorität für eine Änderungsempfehlung an den Bediener. Wird der Grenzwert von mehreren Parametern überschritten und weichen mehrere Einstellungen stark von den Einstellempfehlungen ab, werden auch mehrere Änderungen gleichzeitig vorgeschlagen. Der Bediener bestätigt den Vorschlag und veranlasst dadurch die automatische Verstellung der Einstellungen. Fordert der Bediener Unterstützung vom System an, obwohl die Einstellwerte ähnlich den gutartsspezifischen Empfehlungen sind, werden ihm Ratschläge zu manuellen Änderungen an der Maschine gegeben, wie beispielsweise das Nachspannen von Ketten oder die Aktivierung von Entgrannern.

Von Claas wurde ebenfalls ein Expertensystem zur Verbesserung der Maschineneinstellung vorgestellt [7] und auf der Agritechnica 2009 mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Ein Optimierungsprozess wird unabhängig von vorgegebenen Grenzwerten durch den Bediener eingeleitet. Er wählt eines von fünf Optimierungszielen und bekommt auf Basis von gemessenen oder von ihm eingegebenen Bewertungen über die aktuelle Maschinenleistung einen Vorschlag für eine andere Maschineneinstellung. Akzeptiert der Bediener diesen Vorschlag, werden die neuen Einstellungen soweit möglich automatisch ausgeführt. Die Auswirkungen der neuen Einstellung werden vom System gemessen und müssen auch vom Bediener bewertet werden. Sollte nicht die erwartete Verbesserung der Maschinenleistung eintreten, kann die Veränderung wieder rückgängig gemacht und eine alternative Optimierung gewählt werden. Vom Expertensystem selbstständig erkannte Verbesserungsmöglichkeiten werden dem Bediener automatisch vorgeschlagen. Die Optimierungsziele bei dem System von Claas

sind neben den Verlusten, der Überkehr und der Gutqualität im Korntank noch der Durchsatz und der Gutfluss.

Das Expertensystem von Claas wurde von Rademacher über zwei Ernten getestet [8]. Der Erfolg der jeweiligen Optimierungsziele ließ sich deutlich anhand von Messwerten nachweisen. Die monetären Vorteile aus reduziertem Körnerbruch, geringerer Verunreinigung und höheren Durchsätzen lagen im Bereich von 13-28 €/ha. Bei den Untersuchungen konnte beobachtet werden, dass die Bediener mithilfe des Expertensystems häufiger die Maschineneinstellung optimierten. Dies führte insgesamt zu besserer Anpassung der Einstellungen an sich ändernde Erntebedingungen. Geübte Fahrer zeigten sich zudem über den Erfolg von für sie teilweise ungewöhnlichen Einstellungen überrascht.

### Schlussfolgerungen

Auf der VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2009 und der Agritechnica 2009 wurden wieder viele Neuentwicklungen und Detailverbesserung für die Körnerfruchternte vorgestellt. Neben neuen Maschinen in den unterschiedlichsten Leistungsklassen richtet sich der Fokus immer mehr auf die Unterstützung des Bedieners bei der schwierigen Maschineneinstellung. Untersuchungen konnten die Vorteile neuer Expertensysteme zur Maschineneinstellung im Praxiseinsatz bestätigen.

### Literatur

- [1] Wiesendorfer, G.: Erfolgreicher Abschluss der Mähdescher-Saison in Deutschland. [http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/L/LT/Wirtschaft\\_und\\_Recht?WCM\\_GLOBAL\\_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/L/LT/Wirtschaft\\_und\\_Recht](http://www.vdma.org/wps/portal/Home/de/Branchen/L/LT/Wirtschaft_und_Recht?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/vdma/Home/de/Branchen/L/LT/Wirtschaft_und_Recht). Zugriff am 05.02.2010
- [2] n.n.: AEM Flash Reports. <http://www.aem.org/Trends/>. Zugriff am 05.02.2010
- [3] Kutschenreiter, W.: Transparenz – das Gebot der Stunde, Teil 1. Agrartechnik business 3 (2009), H. 12, S. 1–5
- [4] Böttinger, S. und P. Wacker: Mähdescher. In: Jahrbuch Agrartechnik 22 (2010) S. 137-145
- [5] Böttinger, S. und P. Wacker: Mähdescher. In: Jahrbuch Agrartechnik 21 (2009) S. 145-154
- [6] Hindrycks, K.: Intelligent User Interface. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2009. 06./07.11.2009 Hannover. In: VDI-Berichte Nr. 2060. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2009, S. 357-362
- [7] Baumgarten, J., S. Neu und B. Kettelhoit: An assistance system for the optimization of the harvesting process in combine harvesters. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2009. 6./7.11.2009 Hannover. In: VDI-Berichte Nr. 2060. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2009, S. 363-368
- [8] Rademacher, T.: The increase of efficiency of combines through optimisation of the machine's settings. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2009. 6./7.11.2009 Hannover. In: VDI-Berichte Nr. 2060. VDI-Verlag, Düsseldorf, 2009, S. 369-374

### Autoren

**Prof. Dr.-Ing. Stefan Böttinger** ist Leiter des Fachgebiets Grundlagen der Landtechnik am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart, E-Mail: [boettinger@uni-hohenheim.de](mailto:boettinger@uni-hohenheim.de)

**Dr. Peter Wacker** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Fachgebiet.