

## **Mähdrescher**

Stefan Böttinger

### **Kurzfassung**

Die Märkte für Mähdrescher haben sich zum Teil deutlich erholt. Die Topmodelle der großen Hersteller finden viel Beachtung. Ihre Motorleistung übersteigt deutlich die 500 kW-Grenze. Die Assistenz- und Automatisierungssysteme finden sich zunehmend auch bei kleineren und mittleren Maschinen.

### **Schlüsselwörter**

Mähdrescher, Marktentwicklung, Automatisierung

## **Combine Harvester**

Stefan Böttinger

### **Abstract**

The markets for combine harvesters have recovered significantly in some cases. The top models from the major manufacturers attract a lot of attention. Their engine output clearly exceeds the 500 kW limit. The assistance and automation systems are also increasingly found in small and medium-sized machines.

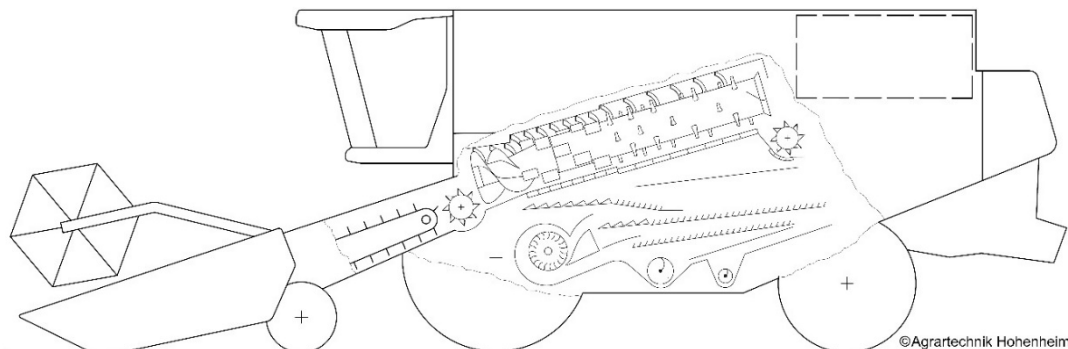
### **Keywords**

Combine harvester, market development, automation

## Markt

Die Märkte für Mähdrescher haben sich in Nordamerika unterschiedlich entwickelt. Während der Absatz in Kanada um 13,9 % auf 1.453 Einheiten sank, stieg er in den USA um 5,5 % auf 5.056 Einheiten. Insgesamt ergibt sich damit für Nordamerika ein geringes Wachstum von 1,8 % auf 6.509 Einheiten. In Russland stieg der Markt um 35,8 % auf 6.201 Einheiten [1]. Die Produktionszahlen in Russland sind von 65.700 Einheiten in 1990 auf 5.800 Einheiten in 2012 gesunken. Damit ging auch der Mähdrescherbestand von 407.800 auf 72.300 Einheiten zurück [2]. Für Deutschland und Europa liegen für 2019/2020 öffentlich keine Zahlen vor.

Das Marktangebot an Mähdreschern für die Saison 2021 reicht von 4-Schüttler-Maschinen mit 110 kW Motorleistung bis zu Doppelrotor-Maschinen in Hybrid- und Rotorbauweise mit 581 kW Motorleistung [3]. John Deere hatte in geringer Stückzahl den 2019 auf der Agritechnica vorgestellten X9-Mähdrescher in den Ausführungen 1000 und 1100 mit 470 kW bzw. 515 kW Motorleistung und 14,8 bzw. 16,2 m<sup>3</sup> Korntankvolumen in Deutschland im Einsatz. Umfassende Einsatzberichte und Beschreibungen u. a. der großen Anzahl von Assistenzsystemen sind veröffentlicht [4; 5]. Alle Baugruppen dieses Mähdreschers sind an die erhöhte Durchsatzleistung angepasst, **Bild 1**.



**Bild 1:** John Deere Mähdrescher X9

**Figure 1:** John Deere combine harvester X9

Die Baureihe Ideal bei Agco Fendt umfasst 4 Modelle. Das zweitgrößte Modell Fendt Ideal 9T wurde von der DLG gegen ein nicht genanntes Wettbewerbsmodell getestet und konnte dabei sehr gut abschneiden [6]. Die optional für ca. 10.000 € angebotene Joystick-Lenkung beim Topmodell Ideal 10T wird durchweg positiv bewertet. Mit ihr sind auch Straßenfahrten bis 40 km/h möglich. Hervorgehoben wird die bessere Sicht auf das Schneidwerk durch den Wegfall der Lenksäule und die bequemere Sitzhaltung, da die Fahrer sich nicht mehr vorbeugen müssen, um über das Lenkrad zu schauen, **Bild 2** [7; 8].

New Holland ergänzt seine Produktpalette um den Hybrid-Mähdrescher CH7.70. Auf Basis des Schüttler-Mähdreschers CX6.90 mit dem Zwei-Trommel-Dreschwerk wurden die Schüttler durch zwei längs angeordnete Rotoren ersetzt. Auch die Reinigungsleistung wurde durch eine zusätzliche luftdurchströmte Fallstufe in der Mitte des Vorbereitungsbodens angepasst, **Bild 3**.

Damit sei dieser Mähdrescher zwischen den 6-Schüttler-Maschinen und den Rotor-Maschinen von New Holland eingeordnet [9 bis 11]. Dem CR9.80, dem zweitgrößten Modell von New Holland, widmet sich ein umfassender Testbericht, bei dem auch die verschiedenen Assistenzsysteme erläutert werden [12].

Die neue Lexion-Baureihe von Claas ist in die Serie eingeführt. Einen Überblick über die Entwicklung und die Merkmale dieser Baureihe wurde in einem umfassenden Vortrag gegeben [13]. Mit dem Modell Lexion 8600TT wurde ein Druschrekord im Körnermais aufgestellt. Über 8 h konnten durchschnittlich 184 t/h geerntet werden [14].



**Bild 2:** Joystick-Lenkung am Fendt Ideal 10T (Foto: AGCO Fendt)

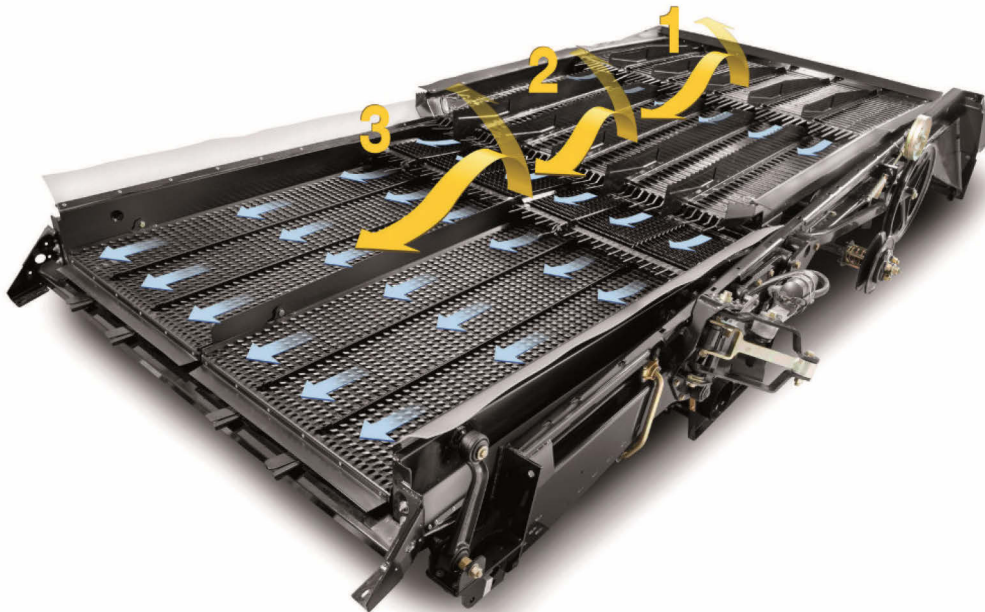
**Figure 2:** Joystick steering at the Fendt Ideal 10T (Photo: AGCO Fendt)

### Dreschen, Trennen, Reinigen

Auf verschiedenen Tagungen und in verschiedenen Publikationen wurden Details zur Entwicklung der neuen Baureihen der Hersteller vorgestellt. Dabei spielt auch das ökonomische Optimum des Maschineneinsatzes aus einerseits Körnerverlusten, Körnerbruch und andererseits der Mehrleistung einer schneller fahrenden Maschine und dadurch geringere Maschinen- und Fahrerkosten pro Hektar eine Rolle. Beispielhaft wurde der monetäre Nutzen von höheren Erntegeschwindigkeiten vorgerechnet [15].

Für die bis zu 18 m<sup>3</sup> großen Korntanks bei der neuen Lexion-Baureihe musste innerhalb von 3 m Breite und 4 m Maschinenhöhe eine große aufklappbare Korntankerweiterung entwickelt werden. Die höheren Anforderungen an die Befülltechnik wurden durch eine größere Kapazität des Elevators und ein verstärktes Drücken gegen das höhere Haufwerk über der Befüllschnecke erfüllt [16]. Die Antriebe müssen bis zu 27 % höhere Leistungen übertragen können, was durch ein neues, modulares Antriebskonzept für die Baureihe erfüllt wurde. Fast alle Antriebe liegen auf der linken Maschinenseite und ermöglichten so mehr Freiraum für die Befülltechnik [17].

Für einen modifizierten indischen Axialfluss-Reismähdrescher wurde der Einfluss der Einstellungen der Führungsleisten im Rotor und dessen Drehzahl auf Ausdrusch, Körnerbruch, Strohzerkleinerung und damit Belastung der Reinigungsanlage sowie Leistungsbedarf untersucht. Ziel war ein geringer Körnerbruch [18]. Der Einfluss der Gestaltung der Sieblamellen bzw. des Siebbelages auf die Arbeitsqualität von Reinigungsanlagen wurde bei der Körnermaisernete in China untersucht. Bei verschiedenen Sorten und Gutfeuchten ergaben sich unterschiedliche bevorzugte Varianten [19].



**Bild 3:** Reinigungsanlage des New Holland CH7.70 mit belüfteter Fallstufe im Vorbereitungsboden (Foto: New Holland)

**Figure 3:** Cleaning unit of the New Holland CH7.70 with ventilated step in the preparation pan (photo: New Holland)

### Versuchstechnik

Verschiedene Publikationen befassen sich mit der Versuchstechnik. In einem 24 h Druschversuch konnte John Deere nicht nur die Druschleistung seines X9 1100 mit über 100 t/h und des T670i mit über 50 t/h, beide im Weizen, demonstrieren. Es zeigte sich auch wieder der Einfluss der Druschbedingungen auf die Durchsatzleistung und gegenläufig dazu den Kraftstoffverbrauch [20; 21].

Verschiedene Hersteller bieten ihre Prüfschalen zur Verlustbestimmung bei der Ernte an. Komfort und die Sicherheit werden erhöht durch die Halterung der Prüfschalen unter dem Mähdrescher mit fernbetätigten Elektromagneten [22]. Mit einem kleinen Reinigungsgebläse und einer Feinwaage kann mit Hilfe einer Smartphone-App die Verlustbestimmung auch vereinfacht werden [23].

Untersuchungen zum statistischen Zusammenhang von der Kornverlustmessung am Mähdrescher mit Verlustsensoren mit Auffangschalen zeigten, dass mindestens vier Schalen nötig

sind, um zu statistisch besser abgesicherten Korrelationen zu kommen. Der Autor empfiehlt den täglichen Einsatz von Verlustauffangschalen, um die Sensoranzeigen des Mähdreschers zu kalibrieren [24]. Auch vier Auffangschalen für einen Messpunkt wurden bei einem Vergleich mit dem DLG-Nachdrescher eingesetzt. Es ergab sich eine gute Korrelation, wenn die Ausdruschverluste zusätzlich bei den Auffangschalen mit berücksichtigt werden. Es wird betont, dass die Bestimmung von Ausdruschverlusten und Körnerbruch sehr zeitaufwändig ist [25]. Bei diesem Vergleich zeigen auch die Unterschiede der Messpunkte und Verlauf der Regressionskurven die Schwierigkeiten beim Bewerten solcher blitzlichtartigen Betrachtungen auf [6].

Weiterhin wird über die Durchführung von Einzel- und Vergleichstests von Mähdreschern diskutiert. Sollen die verschiedenen Assistenzsysteme und automatischen Regelsysteme für Vergleichsmessungen aktiviert werden oder nicht? Für die Kornverlustmessung mit Prüfschalen werden mindestens vier Schalen pro Messpunkt empfohlen, wobei die Schalen nach dem System „Rademacher“ die zweifache Größe gegenüber Standardschalen haben [26].

An einem asiatischen Reismähdrescher wurde der Einsatz zur Geräuschemessung und -analyse vorgeführt. Dabei stand die Maschine und wurde mit verschiedenen Motordrehzahlen und ein- oder ausgeschalteten Arbeitselementen betrieben. Die Hauptquellen für das Geräusch sind, in abnehmender Reihenfolge, Verbrennungsmotor, Schneidwerk, Dreschwerk, Reinigungsanlage und Fördereinrichtungen [27].

### **Elektronik, Regel- und Informationstechnik**

Für Mähdrescher werden umfangreiche Sensor-, Regel- und Informationstechnik angeboten. Auch die kleinste Maschinenklasse wird mit Informations- und Farmmanagementsystemen ausgerüstet. Die hersteller- und typenspezifischen Ausrüstungen und Ausbaustufen sind sehr unterschiedlich. Es wird zwischen maschinengestützter Intelligenz und Teleservice-Systemen mit Einbindung externer Daten unterschieden. Selbstlernende Automationssysteme sorgen dafür, dass die Mähdrescher kontinuierlich am vom Fahrer strategisch vorgegebenen Limit arbeiten können. Die Bewertung dieser Systeme ist recht schwierig, da die Qualifikation und die Neigung der Fahrer und damit ihre Eignung als Vergleichsmaßstab sehr unterschiedlich sind. Nichtsdestotrotz wird der Komfortgewinn durch die Fahrerentlastung allgemein als sehr hoch eingestuft [28].

Im Einzugskanal wurde ein kapazitiver Feuchtesensor für das Stroh integriert. Seine Messwerte zeigen eine sehr gute Korrelation mit der tatsächlicher Strohfeuchte. Die Werte werden dem Fahrer angezeigt und sie werden für die automatische Einstellung des Strohhäckslers genutzt. Dazu wird die Feuchte in die drei Klassen trocken, normal, feucht eingeteilt und danach, vom Fahrer beeinflussbar, die Einstellungen des Häckslers angepasst [29].

Über sechs Jahre wurden mit 36 Mähdreschern Ertragssensoren auf Basis von Prallplatten im Körnermais untersucht. Dabei wurde auf die Genauigkeit von Abtankung zu Abtankung, von Feld zu Feld und über die gesamte Erntesaison geachtet. Unter Beachtung der Herstellerangaben für die Kalibrierung konnte eine Genauigkeit von  $\pm 5\%$  in einem Feld und von  $\pm 1\%$  über eine Ernte ermittelt werden. Die Ergebnisse zeigten auch einen signifikanten Einfluss von Kornfeuchten über 22,5 % auf die Genauigkeit [30].

## Schneidwerk

John Deere hat seine Palette an Mähdrescherschneidwerken um mehrere Modelle mit Längsbändern zwischen Messerbalken und Querförderschnecke erweitert. Diese Schneidwerke seien alle mit den Modellen der Serie X sowie den meisten Modellen der Serien S, T und W kombinierbar. Neben dem Bandschneidwerk mit geteiltem Gelenkrahmen zur Anpassung der beiden Hälften an die Querneigung des Feldes von bis zu 10° gibt es noch Bandschneidwerke mit festem Tisch oder mit flexiblem Messerbalken [31].

In [32] wird eine einfache Übersicht und Beschreibung über die unterschiedlichen Schneidwerksarten, die für eine optimale Ernte nötig sind, gegeben. Für die Erntevorbereitung und für die Wartung der Mähbalken werden Praxistipps gegeben. In dem Überblick wird aufgezeigt, wie Schäden anhand von Abnutzungen der verschiedenen Bauteile erkannt und behoben werden können [33].

Die Vor- und Nachteile von Bandschneidwerken werden in einem Beitrag diskutiert. Der Mehrleistung des Mähdreschers durch eine gleichmäßigere Beschickung werden das zusätzliche Gewicht und der Mehrpreis im Vergleich zu einem Schneidwerk mit variabler Tischlänge gegenübergestellt. Diese seien besser an die europäischen und an variabelere Bestände anpassbar [34]. Wie durch moderne Entwurfsmethoden und Herstellungsverfahren kostenneutral das Gewicht reduziert werden kann, wird am Beispiel eines Einzugskanals demonstriert. Hier konnten 20 % des Gewichts bei gleichen Herstellkosten eingespart werden [35].

Für den Schwadbruch bietet auch mancher Mähdrescherhersteller einen Vorsatz an [31]. Für die Ernte von Grassamen aus dem Schwad wurde eine Pickup getestet. Sehr positiv wird von der entspannteren Ernte durch das gleichmäßig getrocknete Schwad berichtet [36].

## Strohmanagement

Den Unkrautsamen im Übergang von der Reinigungsanlage wird vermehrt Beachtung geschenkt. Zunehmende Resistenzen gegenüber Herbiziden verlangen entsprechende Maßnahmen zur Unkrautvernichtung. Die verschiedenen am Heck des Mähdreschers montierbaren Anlagen und ihre Wirkungsweisen werden beschrieben. Während eine Anlage eher mahlt, kombiniert eine andere die Belastung der Unkrautsamen aus Quetschen, Schlagen, Brechen und Mahlen [37]. Ein neuer, nachrüstbarer Spreuverteiler ist vorgestellt worden, der die Spreu mit den darin enthaltenen Samen in die verdichteten Fahrspuren des Mähdreschers ablegt. Dort sind die Keimbedingungen nicht so günstig bzw. die Samen lassen sich dort gezielter mechanisch und/oder chemisch bekämpfen [38].

Es sollen mehr Blätter und Stängel bei der Körnermaisernte mit in den Mähdrescher aufgenommen und dann von ihm auf eine Sammeleinrichtung übergeben werden. Dazu werden die Stängel mit über den Pflückwalzen angeordneten zusätzlichen Messern abgeschnitten. Durch das zusätzliche Gut im Mähdrescher sinkt dessen Produktivität und der Kraftstoffverbrauch steigt [39].

## Modellierung und Simulation

Die Anzahl der Publikationen zur Modellierung und Simulation der Prozesse im Mähdrescher ist sehr gering geworden. Mit Hilfe der Strömungssimulation CFD wurde eine Verbesserung des Gebläses einer Reinigungsanlage in einem Reismähdrescher erzielt. Die Luft- und Geschwindigkeitsverteilung im Auslass des Gebläses konnte durch verschiedene Änderungen der Schaufeln und des Gehäuses des Gebläses verbessert werden [40].

Mit der Diskreten Element Methode DEM konnte ein besseres Verständnis des Einflusses von Form und von Kontaktparametern von Körnern auf die mit DEM simulierte Schüttdichte gewonnen werden [41].

## Neue Verfahren und Methoden

Am Beispiel eines Mähdreschers wird die Anwendung von wissensbasierter Entwicklung (KBE knowledge based engineering) gezeigt. Dazu wird ein wissensbasiertes Rapid-Design System für ein Mähdrescher-Chassis vorgeschlagen. Durch dieses System werden die Entwickler von zeitintensiven Modellierungen und Berechnungen entlastet und haben mehr Zeit für kreative Entwicklungsprozesse zur Verfügung [42].

Mit dem Maximus wird ein neues Mähdrescher-Layout vorgeschlagen, das größtenteils vorhandene und bewährte Komponenten einsetzt. Statt einem großen Vorderrad wird eine Tandemachse mit zwei kleineren Rädern verwendet. Der Einzugskanal kann in der Breite verdoppelt werden und über die Räder zum Dreschwerk fördern. Dreschwerk, Abscheide- und Reinigungsanlage bestehen aus zwei parallel angeordneten, bis zu 1,7 m breiten, üblichen Einrichtungen [43]

Ein Funktionsmuster für ein neues Schneidwerk mit Abtrennung der Ähren von den geschnittenen Halmen durch eine Schneidtrommel wurde vorgestellt. Die Ähren werden zum Dreschwerk weitergeleitet und das Stroh direkt auf dem Feld abgelegt. Mit Voruntersuchungen konnten die Herausforderungen identifiziert werden. Manche Ähren werden durch die Schneidtrommel bereits ausgedroschen und die Körner im Stroh verloren. Manche Ähren werden nicht erfasst und verbleiben am Halm. Und manche abgetrennte Ähre wird nicht zum Dreschwerk weitergeleitet, sondern verbleibt im Stroh und wird auch auf dem Feld abgelegt [44].

Es wurde eine stationäre Reinigungsanlage für Getreide mit konischer Siebtrommel entwickelt und der Prototyp getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass weitere Entwicklungen und Untersuchungen nötig sind [45].

## Mechanisierung

Die seit 2014 von Case IH in China produzierten Mähdreschermodelle 4077, 4088 und 4099 werden nun von dort auch in die Märkte Afrika und Mittlerer Osten geliefert [46]. Für die unterschiedlichen Regionen in Kasachstan wurde mit Hilfe von analytischen Methoden die günstigste Maschinengrößen ermittelt. Hintergrund für diese Untersuchung ist, dass 60 % der im Einsatz befindlichen Mähdrescher älter als 10 Jahre sind. Eine Erneuerung der Maschinenflotte wird als nötig angesehen [47]. Die Auswahl der Mähdrescher und der Schneidwerke

berücksichtigt das regionale Ertragsniveau und den günstigen Durchsatz bei akzeptablen Verlusten [48].

Für die Ernte von Sesam wurde ein Vorsatz entwickelt und untersucht. Die Schneidwerksverluste werden reduziert durch schalenförmige Finger oberhalb und vor dem Messerbalken. Damit können die ausfallenden Körner aufgefangen werden [49].

An einem chinesischen Axialflussrotor mit tangentialer Zuführung wurde der Körnerbruch bei der Maisernte untersucht. Die Zufuhr zum Rotor wird durch eine Tangentialtrommel unterstützt. Zur Reduktion des Körnerbruchs wurde bei unterschiedlichen Kornfeuchten die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors variiert [50]. An dem Axialflussrotor mit tangentialer Zuführung eines Reismähdreschers wurden die Einstellungen variiert, um den Ausdrusch zu erhöhen und Bruchkorn zu reduzieren [51]. Der Einfluss der Gestaltung der Sieblamellen bzw. des Siebelages auf die Arbeitsqualität von Reinigungsanlagen wurde bei der Körnermaisernte in China untersucht. Bei verschiedenen Sorten und Gutfeuchten ergaben sich unterschiedliche bevorzugte Varianten [19].

### **Guteigenschaften**

In einem umfassenden Projekt an der Purdue University, USA, wird der Körnerbruch bei der Ernte und bei der nachfolgenden Verarbeitung untersucht. In einem Review-Beitrag ist die Literatur zum Körnerbruch gesammelt und analysiert worden. Die unterschiedlichen Typen und Ursachen von Körnerbruch werden dort diskutiert und die Einflussfaktoren herausgearbeitet. Modelle für die Vorhersage für Bruch und die entsprechenden Testeinrichtungen sind dort gesammelt [52]. Es wurde festgestellt, dass Mais- und Weizenkörner besonders anfällig für Druck- und Stoßbelastungen sind [53]. Ein Tribometer wurde zur Messung der statischen und dynamischen Reibungsparameter von Mais- und Weizenkörnern gegen eine Begrenzung aus Stahl und aus Acryl eingesetzt. Die statischen und dynamischen Reibungsparameter zwischen den einzelnen Partikeln wurden ebenfalls ermittelt [54].

### **Zusammenfassung**

Das Größenwachstum bei Mähdreschern setzt sich fort. Die maximale Motorleistung der Topmodelle der großen Hersteller übersteigt die 500 kW-Grenze. Die Versuchstechnik für Mähdreschertests wird diskutiert. Automatische Maschineneinstellungen und Regelsysteme werden weiterentwickelt und stehen auch zunehmend den kleineren Modellreihen zur Verfügung.



## Literatur

- [1] N.N.: US, Canada and Russia Ag Tractor and Combine Reports. URL – <https://www.aem.org/market-share-statistics/us-ag-tractor-and-combine-reports>, Zugriff am 02.03.2021.
- [2] Tsench, Y. S.: The Main Stages of Agriculture Mechanization in Russia. AMA Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 51 (2020) H. 3, S. 69-73.
- [3] N.N.: Neues von der Drescherfront – Mähdreschermarkt 2021. profi 32 (2020) H. 9, S. 8-14.
- [4] N.N.: John Deere X9: 16,2 Kubikmeter Korntank, 100 t/h. profi 32 (2020) H. 8, S. 9.
- [5] Wilmer, H.: Der 100-t-Drescher – John Deere X9 1100. profi 32 (2020) H. 9, S. 30-35.
- [6] Rubenschuh, U.: AGCO Fendt Mähdrescher-Benchmark-Test 2020. URL – <https://www.fendt.com/de/geneva-assets/livelihood/659782-20200928-fendt-md2020-test-bericht.pdf>, Zugriff am: 28.02.2021.
- [7] Colsmann, L.: Lenkrad leb wohl – Fendt Ideal 10 T mit Idealdrive. profi 32 (2020) H. 10, S. 54-55.
- [8] Hüsmann, A.: 790 PS an zwei Hebeln – Fahrbericht Fendt Ideal 10T. top agrar 49 (2020) H. 10, S. 90-91.
- [9] N.N.: New Holland CH7.70. DLG-Mitteilungen 136 (2020) H. 10, S. 63.
- [10] N.N.: Technik aus zwei Welten kombiniert und optimiert – Neuer Hybrid-Mähdrescher CH7.70 mit Crossover Harvesting-Konzept vorgestellt. Eilbote 68 (2020) H. 32, S. 15.
- [11] Smith, D.: Game Changer. iVT International 28 (2020) H. 3, S. 30-36.
- [12] Görtmüller, L. und Wilmer, H.: Viel Leistung, wenig Einstellerei – Mähdrescher New Holland CR9.80 Revelation. profi 32 (2020) H. 4, S. 12-14.
- [13] Barreilmeyer, T.: Die Entwicklung der neuer Lexion Baureihe. Universität Hohenheim, Stuttgart 30.11.2020.
- [14] N.N.: Neuer Druschrekord im Körnermais: Claas Lexion 8600TT. URL – <https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/neuer-druschrekord-koernermais-claas-lexion-8600tt-576341>, Zugriff am: 28.02.2021.
- [15] Spomer, O. und Stiegemann, J.: Schneller fahren und so Verluste senken? Eilbote 68 (2020) H. 10, S. 12-14.
- [16] Claes, U.: Development of an advanced grain handling system for a new combine range. 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 383-386.
- [17] Koch, M. und Zeuner, M.: Modular driveline solutions for a new generation of combine harvesters. 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 369-374.
- [18] Dogra, R. et al.: Optimization of Parameters of Axial Flow Paddy Thresher. AMA Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 51 (2020) H. 2, S. 22-27.

- [19] Wang, L. et al.: Investigation of the Performance of Different Cleaning Devices in Maize Grain Harvesters Based on Field Tests. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 4, S. 809-821.
- [20] Wilmer, H.: Druschleistung unter Praxisbedingungen – John Deere Druschprojekt 2020. profi 32 (2020) H. 10, S. 84-86.
- [21] Wilmer, H.: Der T670i schüttelt 50 t/h aus dem Ärmel – John Deere Druschprojekt 2020. profi 32 (2020) H. 10, S. 88-89.
- [22] N.N.: Verlustprüfschale mit Abwurfautomatik. profi 32 (2020) H. 4, S. 113.
- [23] N.N.: Bushel Plus nun auch in Deutschland – Komplettlösung, um Ernteverluste einfach, sicher und schnell zu erfassen. Eilbote 68 (2020) H. 33, S. 12.
- [24] Baumgarten, J.: Challenges of calibrating grain loss sensors of combine harvesters – Observations on grain loss measurement using the pan drop method and resulting conclusions for grain loss calibration, 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 203-212.
- [25] Etzbach, P. C.; Rademacher, T. und Rubenschuh, U.: Determination of grain losses and broken grains – Comparison of measuring methods and methods of result representation of loss throughput-characteristics and broken grains at combine harvester benchmark tests, 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 195-202.
- [26] Rademacher, T.: Wer die Musik bestellt ... – Mähdrescher-Wettbewerb 2020. profi 32 (8) H. 2020, S. 70-71.
- [27] Shang, Y. et al.: Noise Source Identification of the Grain Combining Harvester Based on Acoustic Array Test. Applied Engineering in Agriculture 36 (2020) H. 6, S. 879-890.
- [28] N.N.: Guter Fahrer und/oder Assistent? – Assistenzsysteme im Mähdrescher. profi 32 (2020) H. 9, S. 16-19.
- [29] Högemeier, Christoph, Bußmann, Christoph; Middelberg, R. und Dziadek, P.-E.: Integration of a crop moisture sensor in a combine harvester in order to improve the automatic machine adjustment. 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 187-194.
- [30] McNaull, R. P. und Darr, M. J.: Large-Scale Field Study of Impact-Based Yield Monitor Performance. Applied Engineering in Agriculture 36 (2020) H. 2, S. 197-204.
- [31] Mayer, C.: Neue Schneidwerke für Deere-Drescher. URL – [https://www.agrar-heute.com/traction/news/neue-schneidwerke-fuer-deere-drescher-569885?utm\\_campaign=traction-nl&utm\\_source=tra-nl&utm\\_medium=newsletter-link&utm\\_term=2020-07-02-07](https://www.agrar-heute.com/traction/news/neue-schneidwerke-fuer-deere-drescher-569885?utm_campaign=traction-nl&utm_source=tra-nl&utm_medium=newsletter-link&utm_term=2020-07-02-07), Zugriff am: 28.02.2021.
- [32] Scevola, P. L.: For an excellent harvest. AgriMachines World 9 (2020) H. 2, S. 14-16.
- [33] N.N.: Mähdrusch 2020 - Fit in die Ernte. Eilbote 68 (2020) H. 10, S. 19-22.
- [34] Bensing, T. und Wilmer, H.: Draper - nur eine Modeerscheinung? profi 2020 (32) H. 6, S. 84-85.
-

- [35] Brinkmann, D.; Kortenjann, L. und Niermann, M.: Topology-optimized body structures and possibilities of realization using the example of a combine – feeder house. 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 303-308.
- [36] Görtmüller, L. und Brüse, C.: Mit der Pickup geht´s besser – Ziegler Pickup ZPU 3 m. profi 32 (2020) H. 32, S. 10-13.
- [37] Colsmann, L.: Den Körnern an den Kragen – Nachernte-Prozessor am Mähdrescher. profi 32 (2020) H. 4, S. 78-79.
- [38] N.N.: Unkraut konzentrieren. top agrar 49 (2020) H. 7, S. 85.
- [39] Walters, C. P. et al.: Increasing Single-Pass Corn Stover Yield by Combine Header Modifications. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 4, S. 923-932.
- [40] Chai, X. et al.: Development of a cleaning fan for a rice combine harvester using computational fluid dynamics and response surface methodology to optimise outlet airflow distribution. Biosystems Engineering 192 (2020), S. 232-244.
- [41] Petingco, M. C. et al.: Influence of Particle Shape and Contact Parameters on DEM-Simulated Bulk Density of Wheat. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 6, S. 1657-1672.
- [42] Fu, S. et al.: Rapid Design System for Agricultural Machinery Using Knowledge-Based Engineering: Case Study of a Wheeled Combine Chassis. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 4, S. 955-966.
- [43] Bauer, G. und Holtmann, W.: Neues Mähdrescherkonzept: Quer gedacht - längs geerntet. profi 32 (2020) H. 6, S. 86-89.
- [44] Flierl, P.: Development of a header-prototype in order to increase combine throughput in grain harvest – Showing the upcoming problems of the development by analysing advantages and disadvantages of grain strippers. 03./04.11.2020. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): VDI Berichte 2374, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2020, S. 375-382.
- [45] Krzysiak, Z. et al.: Effect of Sieve Unit Inclination Angle in a Rotary Cleaning Device for Barley Grain. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 3, S. 609-618.
- [46] Colsmann, L.: Axial-Flow für Afrika. profi 32 (2020) H. 4, S. 110.
- [47] Astaf'yev, V. L. et al.: Strategy of Technical Support of Grain Harvesting Operations in Republic of Kazakhstan. AMA Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 51 (2020) H. 3, S. 46-51.
- [48] Chaplygin, M. E.; Pekhaslkiy, I. A. und Tronev, S. V.: The Choice of Combine Harvesters and Their Adapters for the Conditions of Northern Kazakhstan. AMA Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 51 (2020) H. 3, S. 74-76.
- [49] Bazylar, P. et al.: Small-Scale Head of Combine for Harvesting Sesame. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities 22 (2019) H. 4.
- [50] Liquan, Y. et al.: Maize Ear Threshing - an Experimental Investigation. AMA Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 51 (2020) H. 1, S. 34-41.
-

- [51] Looh, G. A. et al.: Performance Assessment of a Self-propelled Paddy Grain Thresher under Different Threshing Functional Parameters. Applied Engineering in Agriculture 36 (2020) H. 2, S. 141-149.
- [52] Chen, Z.; Wassgren, C. und Ambrose, R. P. K.: A Review of Grain Kernel Damage: Mechanisms, Modeling, and Testing Procedures. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 2, S. 455-475.
- [53] Chen, Z.; Wassgren, C. und Ambrose, R. P. K.: Measured Damage Resistance of Corn and Wheat Kernels to Compression, Friction and Repeated Impacts. Powder Technology 380 (2020), S. 638-648.
- [54] Chen, Z.; Wassgren, C. und Ambrose, R. P. K.: Measurements of Grain Kernel Friction Coefficients Using a Reciprocating-Pin Tribometer. Transactions of the ASABE 63 (2020) H. 3, S. 675-685.

### **Autorendaten**

Prof. Dr.-Ing. Stefan Böttinger leitet das Fachgebiet Grundlagen der Agrartechnik am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Stuttgart.

### **Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

#### **Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Böttinger, Stefan: Mähdrescher. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2020. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2021. S. 1-12

#### **Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202012111259-0>

#### **Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2020/chapter/maehdrescher.html>

Dieser Beitrag wird unter einer CC-BY-NC-ND 4.0 Lizenz veröffentlicht.