

Sätechnik

Till Meinel,
Institut für Bau- und Landmaschinentechnik Köln, Technische Hochschule Köln

Kurzfassung

Technische Neuentwicklungen der letzten Jahre für die Sätechnik sind mittlerweile serienmäßig verfügbar und wurden zur Agritechnica 2017 präsentiert. Der Beitrag erläutert Ergebnisse von DLG-Prüfungen und gibt einen Überblick über aktuelle Verbesserungen an wichtigen Maschinenkomponenten, aber auch über interessante Neuentwicklungen kompletter Maschinen. Automatisierungslösungen zur Einzelkornsaat werden vorgestellt, die von der Schwarmtechnologie bis zur verbesserten Kornvereinzelnung und -ablage bei hohen Geschwindigkeiten reichen. Ergebnisse wissenschaftlicher Arbeiten umfassen ein breites Themenspektrum und betreffen u.a. die Arbeitsqualität bei Mischsaaten und dynamische Prozesse bei der Kornablage.

Schlüsselwörter

Drillsaat, Einzelkornsaat, Kornvereinzelnung, Schwarmtechnologie

Seeding Technology

Till Meinel,
Cologne Institute of Construction Machinery and Agricultural Engineering,
TH Köln - University of Applied Sciences

Abstract

Recent technical developments for seeding technology have meanwhile become available as standard and were presented at Agritechnica 2017. The article explains results of DLG-examinations and gives an overview of recent improvements to important machine components as well as interesting new developments of complete machines. Automation solutions for precision sowing are presented, ranging from swarm technology to improved grain separation and deposition at high speeds. Results of scientific papers cover a wide range of topics and include, among others the quality of work in mixed seeds and dynamic processes in seed placement.

Keywords

Drilling, precision sowing, seed singulation, swarm technology

Einleitung

Die technische Entwicklung bei Drillmaschinen verlief in den vergangenen Jahren sehr schnell. Neue Konzepte vor allem im Bereich der Sensoren, der Getreidevereinzelnung, aber auch bei Scharen, Dosierelementen und Bedienkonzepten wurden präsentiert. Die Hersteller entwickelten diese Lösungen intensiv weiter und präsentierten zur Agritechnica 2017 teils serienreife Ergebnisse. Das Angebot an Maschinen, die sowohl Drill- als auch Einzelkornsaat realisieren können, wächst und umfasst jetzt auch den Direktsaatbereich. Bei Einzelkornsämaschinen steht die Automatisierung der Kornvereinzelnung und -ablage im Fokus, um die Ablagequalität bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten für wechselnde Saatgüter und Bodenbedingungen zu sichern.

Drillsaat

Die individuelle Abschaltung jeder einzelnen Säreihe bei Drillmaschinen ermöglicht ein weiter entwickelter Verteilerturm von Horsch (**Bild 1**). Das System entkoppelt beim Schließen einer Säreihe das Saatgut vom Luftstrom. Die Luft entweicht durch einen Bypass über den Säschauch, das Saatgut gelangt mit Hilfe der Schwerkraft zurück in den Verteilerturm. Nach Angaben des Herstellers bleibt die Qualität der Querverteilung unbeeinflusst von der Säreiheabschaltung [1].

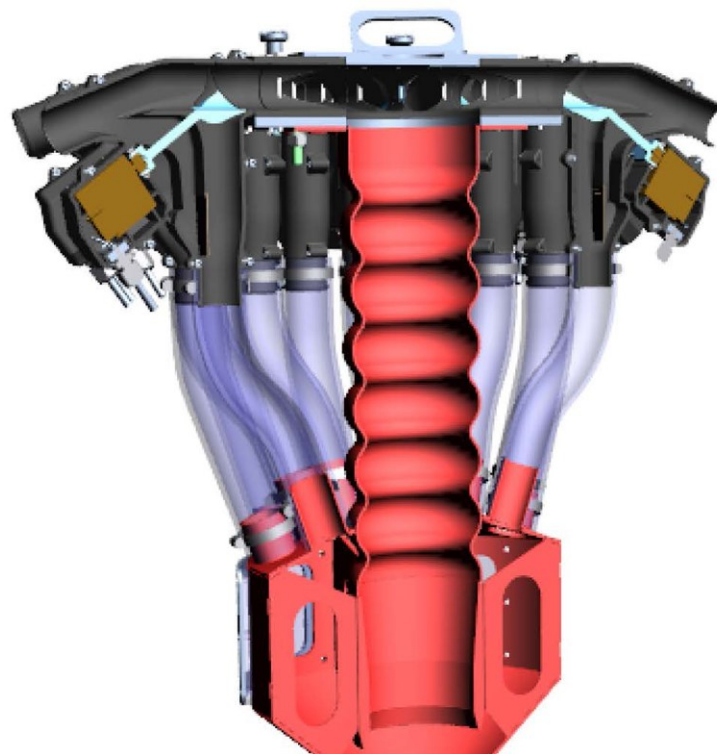


Bild 1: Verteilerturm mit Einzelreihenabschaltung [1]

Figure 1: Distribution head with single-row shut-off [1]

Die Aussaat erzeugt besonders bei mittleren und großen Betrieben Arbeitsspitzen, die eine hohe Schlagkraft der eingesetzten Drillmaschinen erfordern. Unter solchen Bedingungen können absätziges Verfahren sinnvoll sein, die durch die Trennung von Saatbettbereitung und Aussaat gekennzeichnet sind. Für diesen Anwendungsfall entwickelte Horsch eine neue Solodrillmaschine mit Arbeitsbreiten von 10 und 12 m, die mit durchgehendem Reifenpacker und Doppelscheibenscharen ausgerüstet ist [2]. Das Wenden auf dem Packer am Vorgehende verringert den Bodendruck. Der Tank fasst 6.000 l und ist für die Kombination von Dünger und Saatgut im Verhältnis 60/40 aufteilbar. Die Dosierung von Mikrogranulat ist zusätzlich möglich. Die Großflächendrillmaschine ist nach Herstellerangaben für Arbeitsgeschwindigkeiten bis 20 km/h konzipiert, der maximale Schardruck beträgt 150 kg und der Leistungsbedarf liegt für die 12 m-Version bei relativ niedrigen 220 kW/300 PS.

Amazone bietet das bisher nur für mechanische Drillmaschinen verfügbare neue Bedienkonzept "SmartCenter" jetzt auch für pneumatische Drillmaschinen an [3; 4]. Die Kalibrierung und Vorbereitung der Sämaschine erfolgt komplett zentral. Die Bedienperson erledigt alle Arbeiten von einem ebenerdigen Standplatz aus. Kornablagertiefe und Schardruck lassen sich voneinander unabhängig einstellen. Ein an der Drillmaschine vorhandenes Tochterterminal ermöglicht das Kalibrieren per Knopfdruck.

Ein neues Flügelschar zur erosionsmindernden Saatgut- und Düngerablage stellt Arbos vor, **Bild 2** [5]. Das Schar besitzt speziell geformte Flügel und weist folgende Merkmale auf [6]: Minimale Bodenbearbeitung unterhalb der Mulchschicht, verstopfungsfreies Arbeiten, Saatgutablage getrennt von der Mulchschicht, guter Bodenschluss des Saatguts auch bei schwierigen Bedingungen (z.B. bei Maisstroh), Einhaltung der gewünschten Ablagetiefe auch in trockenen und steinigem Böden sowie bei starken Mulchaufgaben.

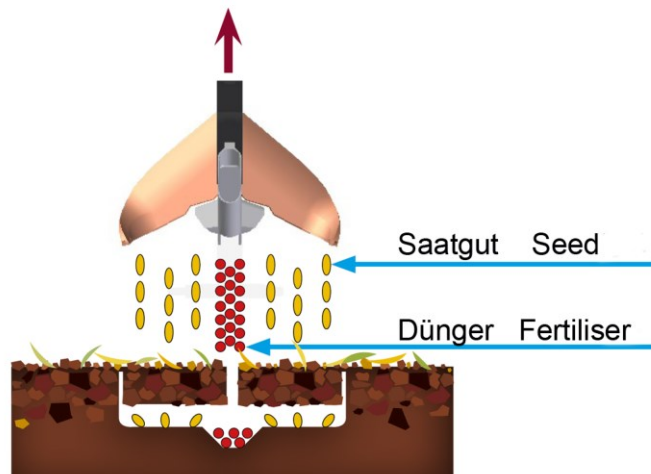


Bild 2: Arbos Flügelschar [5]

Figure 2: Arbos Wing coulter [5]

Der 2015 von Müller-Elektronik vorgestellte Sensor zur Kornerfassung in Drillmaschinen wurde weiterentwickelt [7]. Gesenkte Produktionskosten sind positiv zu bewerten, eine Herausforderung für die praktische Anwendung des Systems bleibt die erforderliche Kalibrierung. Mehrere Drillmaschinenhersteller führen Tests durch mit dem Ziel, selbstregelnde Drillmaschinen ohne die Notwendigkeit von Abdrehproben anzubieten.

2017 veröffentlichte die DLG zwei Prüfberichte für Drillmaschinen. Die mechanische Drillmaschine Cataya 3000 Super von Amazone wurde hinsichtlich Arbeitsqualität, Handhabung, Bedienung und Wartung sowie Sicherheit geprüft und erhielt für alle genannten Teilprüfungen das Zertifikat "DLG-anerkannt" [8]. Die pneumatische Drillmaschine Express 3KR mit SingularSystem von Horsch testete die DLG hinsichtlich ihrer Arbeitsqualität. Die Labortests ergaben sehr gute, gute und zufriedenstellende Resultate. Bei Feldtests mit Raps und Weizen erreichte die Maschine gute und sehr gute Ergebnisse und erhielt ebenfalls eine DLG-Anerkennung [9].

Einzelkornsaat

Wachsende Schlagkraft ist bei Einzelkornsämaschinen nach wie vor eine wesentliche Kundenforderung. Mehrere Hersteller führen seit mehreren Jahren Events durch, um den Weltrekord bei der Maisaussaat zu verbessern. Im April 2017 stellte Väderstad mit einer 16-reihigen Maschine den aktuellen Rekord von 502,05 gesäten Hektar in 24 Stunden auf [10]. Wissenschaftler der Universität Gödöllő untersuchten die Arbeitsqualität. Folgende Werte wurden veröffentlicht: Variationskoeffizient der Pflanzenabstände 24,3 %; Genauigkeit der Ablagetiefe +/- 0,5 cm; Doppelbelegungen 0,35 % und Fehlstellen 1,21 %. Zur Agritechnica 2017 zeigte der Hersteller eine neu entwickelte 18-reihige Maschine für die Aussaat von Raps und Zuckerrüben mit 50 cm Reihenweite.

Mehrere Hersteller stellten automatisierte Systeme für die Optimierung der Kornvereinzelung an jeder einzelnen Säreihe vor, **Bild 3** [11; 12]. Elektrische Stellmotoren regeln die Einstellung der Kornabstreifer, basierend auf den Signalen der Körnersensoren.

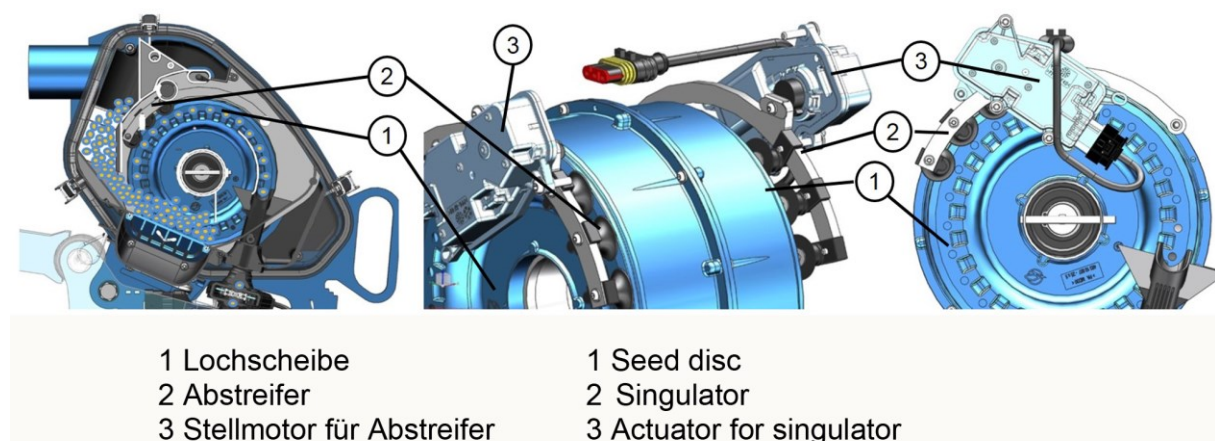


Bild 3: Selbstregelnder Abstreifer am Vereinzelungsaggragat [11]

Figure 3: Self-controlled singulator at a metering unit [11]

Diese Sensoren erfassen Fehl- und Doppelstellen im Anschluss an die Kornvereinzelung. Die Technik ermöglicht eine ständige Anpassung der Abstreiferstellung an sich verändernde Einflussparameter wie z. B. Kornformen und -größen, Fahrgeschwindigkeit oder Saatstärke. Der Fahrer erhält eine optische Information über die Ablagegenauigkeit und kann zusätzlich manuell nachjustieren.

Das Konzept einer Schwarmtechnologie für Landmaschinen wird von Wissenschaftlern seit Jahren diskutiert. AGCO Fendt zeigte zur Agritechnica erstmals eine praktische Umsetzung des Konzeptes. Kleine autonome Maschinen übernehmen im Schwarm die Maisaussaat, kommunizieren untereinander und dokumentieren ihre Arbeitsergebnisse. Satellitennavigation und Datenmanagement in der Cloud ermöglichen präzises Arbeiten rund um die Uhr [13].

Maschio stellt eine Entwicklung zur Verbesserung der Kornvereinzelung und -ablage bei Einzelkornsämaschinen vor, **Bild 4** [14]. Ein zusätzliches Roots-Gebläse erzeugt den Luftstrom zur definierten Kornablage. Ziel des Systems ist es, für alle Saatgüter und Arbeitsgeschwindigkeiten die optimalen Drücke und Luftgeschwindigkeiten für Vereinzelung und Ablage unabhängig voneinander einstellbar zu gestalten. Vor allem bei geringen Arbeitsgeschwindigkeiten und/oder leichten Saatgütern erwartet der Hersteller Verbesserungen der Ablagegenauigkeit.

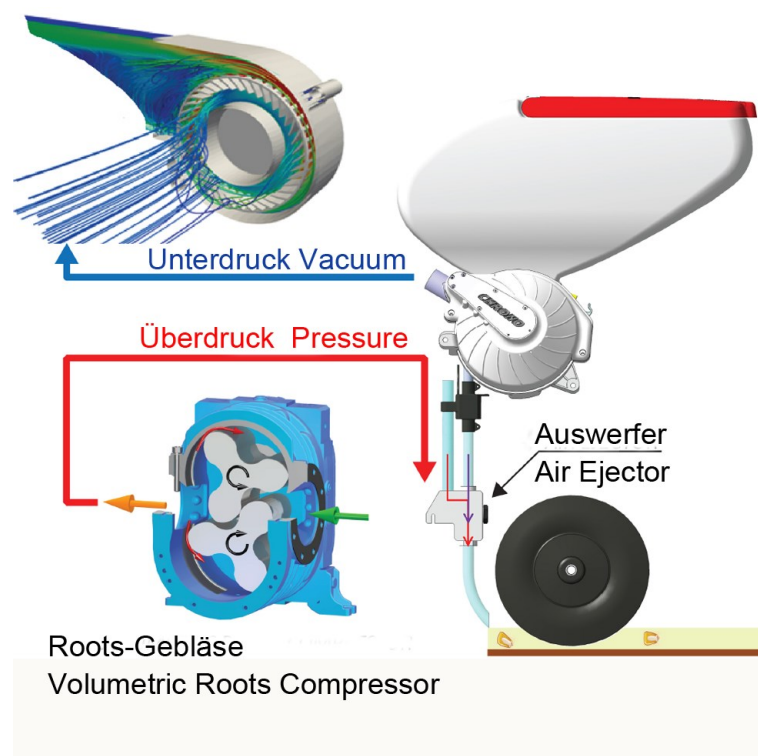


Bild 4: Hybrid-Särohr von Maschio [14]

Figure 4: Hybrid Air Seed Tube by Maschio [14]

Kverneland entwickelte einen Fronttank zur präzisen Flüssigdüngerapplikation bei der Einzelkornsaat. Die elektronischen Systeme von Einzelkornsämaschine und Fronttank kommunizieren über ISOBUS und sorgen für automatisches Ein- und Ausschalten von Saat und Düngerapplikation. Dadurch entstehen weniger Überlappungen und Fehlstellen, der Austrag ungenutzter Nährstoffe in die Umwelt sinkt bei gleichzeitiger Möglichkeit, die Ausbringmengen zu reduzieren. Der Fronttank ist serienmäßig mit analoger und elektronischer Füllstandsanzeige ausgestattet [15].

Seit einigen Jahren wächst der Markt für Universalmaschinen, die sowohl Drillsaat als auch Einzelkornsaat erledigen können. Das 2013 vorgestellte Precision Combi Seeding-System (PCS) von Pöttinger wurde weiter verbessert und ist mittlerweile auf dem Markt etabliert. Jetzt stellte Mzuri eine Maschine vor, die für beide Verfahren auch unter Direktsaatbedingungen geeignet ist [16]. Die Unterfußdüngung in einer Überfahrt ist ebenfalls möglich. Die Reihenabstände können per Knopfdruck von der Traktorkabine aus verändert werden. Hydraulikzylinder heben jede zweite Schareinheit aus, um von Getreide- auf Maisaussaat umzuschalten. Für die Kornvereinzlung verfügt die Maschine über elektrisch angetriebene Vereinzlungsaggregate.

Forschungsergebnisse

Mehrere Autoren untersuchten wesentliche Parameter der Aussaat wie Standraumverteilung und Ablagetiefe in der Praxis und deren Auswirkungen. Schmidt veröffentlichte Ergebnisse zum Einfluss von Standraumverteilung und Saattiefe auf Ertrag und Unkrautdruck bei Körnerleguminosen [17]. Von 2009 - 2017 auf 170 Betrieben in Deutschland erhobene Daten zeigen große Unterschiede bei der Genauigkeit der Tiefenablage. Vor allem bei Ackerbohnen wird die Solltiefe in vielen Fällen nicht erreicht, die gemessenen Werte streuen zwischen 2-3 und 11 cm. Ein gesicherter Zusammenhang besteht zwischen Homogenität der Bestände und dem Unkrautdruck. Dölger berichtet von Streuungen der Ablagetiefe bei der Drillsaat von Getreide zwischen 1 und 6,5 cm mit einem Variationskoeffizienten von 32,3 % [18].

Möglichkeiten zur punktgenauen Applikation granulierter Mineraldünger bei der Maisaussaat untersuchen Wissenschaftler der TH Köln im Rahmen des Forschungsprojektes Pudama. Über positive Auswirkungen vor allem auf die Jugendentwicklung der Bestände, aber auch auf den Ertrag berichtet Bouten [19]. Die vorgestellten Ergebnisse stammen aus einjährigen Feldversuchen, weitere Versuche sind für die kommenden Jahre geplant.

Sharipov untersuchte die dynamischen Prozesse bei der Tiefenablage einer Direktsaatmaschine [20]. Mittels georeferenzierter Messmethodik ermittelte er die Ablagetiefe im Feld. Diese Messergebnisse verwendet der Autor für Simulationen zur Entwicklung technischer Ansätze zur Verringerung der Tiefenstreuung. Erste Ergebnisse wurden vorgestellt und lassen deutliche Verbesserungen erwarten.

Untersuchungen zu Strömungsverhältnissen und daraus resultierenden Verteilungsungenauigkeiten an Verteilerköpfen pneumatischer Drillmaschinen stellte Yatskul vor [21]. Anhand der Ergebnisse von High-Speed Aufnahmen lässt sich die Geometrie der Verteilerköpfe verbessern.

Die Regelung des Auflagedrucks bei Einzelkornsämaschinen hat in den vergangenen Jahren vor allem durch Entwicklungen von John Deere, Horsch und Kverneland an Bedeutung gewonnen und wird schrittweise in die Praxis eingeführt. Sharda entwickelte einen Prüfstand und beschreibt am Beispiel des Horsch AutoForce-Systems das Systemverhalten unter realitätsnahen Bedingungen [22].

Rothmund stellt ein Bussystem für eine verbesserte on-board Diagnose und Systemverfügbarkeit bei Einzelkornsämaschinen vor [23]. Das System realisiert eine redundante Kommunikation über den CAN-Bus, stellt auch im Falle von kurzzeitigen Kontaktproblemen oder Unterbrechungen im Kabelbaum die Funktion sicher und vereinfacht die Fehlerdiagnose.

Die Nutzung der Impedanzspektroskopie zur Echtzeit-Bodenfeuchtemessung war Gegenstand eines Forschungsprojektes an der TH Köln [24; 25]. Einflüsse von Feuchtigkeit, Bodenart, Temperatur und pH-Wert auf die relative Permittivität des Bodens wurden im Labor untersucht. Neben eindeutigen Abhängigkeiten zeigten sich jedoch auch starke Einflüsse weiterer Faktoren wie z. B. Düngergehalt. Hier stößt das Verfahren nach bisherigen Erkenntnissen an seine Grenzen für den vorgesehenen Einsatzfall.

Das Abwurf- und Flugverhalten von vereinzelt Maiskörnern am Säherz eines AGCO White 9000 Planters beschreibt Yazgi in [26]. Die Untersuchungen bei verschiedenen Säscheiben, Kornfrequenzen und Neigungswinkeln wurden in Längs- und Querrichtung simultan gefilmt. Die Auswertung erfolgte parallel mittels MATLAB-Algorithmen und Image Processing. Modellgleichungen zur Optimierung des Quality of Feed-Index (QFI) ergaben für jede Säscheibe optimale Parameterkombinationen.

In der Türkei werden verstärkt Futterpflanzen als Mischsaaten angebaut. Yazgi [27] untersucht eine handelsübliche mechanische Drillmaschine mit zwei getrennten Nockenraddosiersystemen für Saatgut und Dünger hinsichtlich der Aussaatqualität. Als Saatgüter verwendeten die Autoren Gerste (*Hordeum vulgare* L.) und Futterwicke (*Vicia sativa* L.), die Aussaatqualität ermittelten sie mit Hilfe eines Leimstreifenprüfstandes. Untersucht wurden drei Mischungsverhältnisse sowie zwei 100 %-Varianten bei Geschwindigkeiten von 1; 1,5 und 2 m/s. Die untersuchte Maschine erwies sich grundsätzlich als geeignet, die Verteilqualität wurde mit "gut" bewertet. Die Dosierqualität im Düngerdosiergerät war für beide Saatgüter "befriedigend".

Hao entwickelte ein kompaktes Messsystem zur Überprüfung der Vereinzelnungsgenauigkeit von Säherzen bei Einzelkornsämaschinen [28]. Das Gerät nutzt einen optischen Sensor zur Saatguterfassung und wurde an vier verschiedenen Säherzen erfolgreich getestet. Die Geschwindigkeiten lagen zwischen 3 und 12 km/h, die Kornabstände zwischen 15 und 25 cm.

Forscher der Universität Bonn untersuchen die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) als ökonomisch und ökologisch interessante Alternative zum Silomais als Biogassubstrat. Schäfer quantifizierte geometrische Parameter der Saatkörner dieser in Nordamerika beheimateten Pflanze [29] mit dem Ziel einer Einzelkornsaat mit handelsüblicher Technik. Zwei getestete Saatgutchargen enthielten Körner unterschiedlicher Größen und Formen, bedingt durch eine lange Blütedauer und unterschiedliche geographische Herkunft. Eine präzise Saatgutvereinzelnung ist dadurch erschwert.

Der aktuelle Stand der Sätechnik für Körnerleguminosen, vor allem für die Aussaat von Erbsen und Ackerbohnen ist in [30] zusammengefasst. Diese Fruchtarten erlangen in Zukunft größere Bedeutung u.a. durch ihre positiven Fruchtfolgeeigenschaften, die Auswirkungen der Greening-Vorschriften und das Bestreben Deutschlands nach größerer Unabhängigkeit von Soja-Importen. Anforderungen an zukünftige Technik-Entwicklungen umfassen z. B. angepasste Schartechnik, verbesserte Einbettungswerkzeuge sowie Möglichkeiten für variable Reihenweiten und zur Ausbringung von Mischsaaten.

Zusammenfassung

Im Bereich der Drillmaschinen stellt der Beitrag sowohl Verbesserungen an wichtigen Komponenten als auch komplett neu entwickelte Maschinen vor. Ein optimierter Verteilerkopf für pneumatische Drillmaschinen mit individueller Einzelreihenabschaltung realisiert die gleichbleibend gute Querverteilung auch bei der Anlage von Fahrgassen. Die verbesserte Saatgut- und Düngereinbettung bei minimaler Bodenbewegung ist das Ziel eines Flügelschares mit neu entwickelter Kontur. Eine neue Sensorgeneration zur Kornerfassung wird von mehreren Herstellern getestet und ist auf dem Weg zur Praxisreife. Aktuelle Entwicklungen bei Komplettmaschinen betreffen Großflächendrillmaschinen für absätziges Verfahren und Aufbaumaschinen mit stark verbesserter Bedienerfreundlichkeit. Die DLG testete im Jahr 2017 zwei Drillmaschinen und veröffentlichte die Prüfberichte.

Die vorgestellten Neuheiten bei der Einzelkornsätechnik umfassen ein breites Spektrum. Das erste kommerziell verfügbare System der Schwarmtechnologie dient der Maisaussaat. Mehrere Hersteller optimieren die Kornvereinzelung an jeder einzelnen Säreihe durch geregelte Kornabstreifer. Ein zusätzliches Pneumatiksystem bei pneumatischer Kornvereinzelung passt die Transportgeschwindigkeit an das Saatgutkaliber an und verbessert dadurch die Ablagegenauigkeit. Die ressourcenschonende Flüssigdüngerapplikation zur Maisaussaat ist Ziel einer neuen Fronttankmaschine, die auch Komponenten aus der Pflanzenschutztechnik nutzt. Eine Universalmaschine für Getreide- und Einzelkornsaat unter Direktsaatbedingungen wird vorgestellt.

Forschungsarbeiten betreffen Standraumverteilung und Tiefenstreuung bei Leguminosen und Getreide, die punktgenaue Applikation granulierter Dünger zur Maisaussaat, spezifische Anforderungen an Sätechnik für Körnerleguminosen, die Beschreibung und Verbesserung dynamischer Prozesse bei der Kornablage mit Direktsämaschinen, die Optimierung der Strömungsverhältnisse in Verteilerköpfen pneumatischer Drillmaschinen, die Untersuchung der Auflagedruckregelung bei Einzelkornsämaschinen, die on-board Diagnose bei Einzelkornsämaschinen, die Echtzeit-Bodenfeuchtemessung mittels Impedanzspektroskopie, Untersuchungen zum Flugverhalten von Maiskörnern im Anschluss an die Kornvereinzelung, die Verwendbarkeit handelsüblicher Nockenrad- Drillmaschinen für die Aussaat von Mischsaaten, ein mobiles Messsystem zur Überprüfung der Vereinzelungsgenauigkeit von Säherzen bei Einzelkornsämaschinen sowie die Bestimmung geometrischer Parameter vom Saatgut der Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.).

Literatur

- [1] Stangl, J.: Neuheiten Horsch Sätechnik. Persönliche Mitteilung, 19.12.2017.
- [2] Horsch Serto 10/12 SC – Eine neue Großflächensämaschine. URL – <http://www.horsch.com/agritechnica/neuheiten-2017/detail-view/>, zuletzt geprüft am 04.01.2018.
- [3] Meinel, T.: Sätechnik. URL – http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00042105/jahrbuchagrartechnik2016_saetechnik.pdf, Zuletzt geprüft am 06.01.2018.
- [4] Klemann, T.: SmartCenter für die pneumatische Aufbausäkombination Amazone Centaya 3000 Super - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; Amazonen - Werke Hasbergen-Gaste.
- [5] Vendrasco, L.: Sämaschine Arbos ASF - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; Lovol Arbos Group Migliarina di Carpi (MO) IT.
- [6] Marinello, F.; Pezzoulo, A.: Technischer Bericht Sämaschine ARBOS ASF 600. Universität Padua, 2017.
- [7] Meyer zu Hoberge, S.; Liebich, M.; Martella, P. (2017): Counting seeds in pneumatic drills. LAND.TECHNIK AgEng 2017. Hannover, 10.-11.11.2017.
- [8] Schuchmann, G. H.: DLG-Prüfbericht 6794 - Mechanische Drillmaschine Amazone Cataya 3000 Super. DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel; Groß-Umstadt 2017.
- [9] Schuchmann, G. H.: DLG-Prüfbericht 6795 - Pneumatische Drillmaschine Express 3KR mit SingularSystem. DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel; Groß-Umstadt 2017.
- [10] N.N.: URL – <https://www.vaderstad.com/de/einzelkorntechnik/tempo-planter/die-weltrekord-tempo/>, zuletzt geprüft am 04.01.2018.
- [11] Giesen, G.: DeltaRow, Autokalibrierung mit geregelterm Abstreifer - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; LEMKEN GmbH & Co. KG Alpen.
- [12] Vendrasco, L.: Einzelkornsämaschine mit intelligentem Kornabstreifer - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; MaterMacc S.p.A. San Vito Al Tagliamento, IT.
- [13] Nuscheler, S.: MARS - Mobile Agricultural Robot Swarms - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; Agco Fendt GmbH Marktoberdorf.
- [14] Donadon, G.: Chrono Hybrid Seed Air Tube - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; MASCHIO Deutschland GmbH Thalmässing.
- [15] N.N.: Kverneland iXtra LiFe – Fronttank für die Flüssigdüngerausbringung bei der Einzelkornaussaat. URL – <https://agritechnica.kvernelandgroup.de/content/download/>, Zuletzt geprüft am 03.01.2018.

-
- [16] Dacyk, K.: Mzuri Pro-Til Select - Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2017; Agro-Land Marek Rozniak Smielin PL.
- [17] Schmidt, H.: Einfluss der Standraumverteilung und Saattiefe von Körnerleguminosen auf Ertrag und Unkrautdruck. DLG-Fachforum "Pflanzenbau live". Hannover, 13.11.2017.
- [18] Dölger, D.; Willerding, M. : Einsatz von Sensortechnik in der Bodenbearbeitung – Nutzen für die Beratung. Innovationsforum Bodenbearbeitung und Sensortechnik. Köln, 12.-13.09.2017.
- [19] Bouten, M.: Punktgenaue Düngerapplikation zur Maisaussaat PUDAMA - Innovative Düngungssysteme in Mais, Raps und Getreide. DLG-Fachforum "Pflanzenbau live". Hannover, 13.11.2017.
- [20] Sharipov, G.: Defining the Dynamic Performance of a No-Till Seeder by Measuring the Geo-Referenced Seeding Depth. LAND.TECHNIK AgEng 2017. Hannover, 10.-11.11.2017.
- [21] Yatskul, A.; Lemiere, J. P.: Reasons of irregularity of seed distribution in the divider heads of air-seeders. LAND.TECHNIK AgEng 2017. Hannover, 10.-11.11.2017.
- [22] Sharda, A., Strasser, R., Rothmund, M.: Development and Utilization of a Planter Automatic Downforce Evaluation Test Stand to quantify System Response and Accuracy. LAND.TECHNIK AgEng 2017. Hannover, 10.-11.11.2017.
- [23] Rothmund, M.; Villwock, S.; Pollinger, P.: Redundant Communication in Daisy Chains for Improved Diagnostics and System Reliability in Planters. LAND.TECHNIK AgEng 2017. Hannover, 10.-11.11.2017.
- [24] Schmidt, T.: Untersuchung von Bodenparametern mehrerer Bodenarten zur Entwicklung eines Bodenfeuchtesensors mit Hilfe der Impedanzspektroskopie. 74. Internationale Tagung Land.Technik 2016. Köln, 22.-23.11.2016.
- [25] Meinel, T.: Bodenfeuchtemessung in Echtzeit. Innovationsforum Bodenbearbeitung und Sensortechnik. Köln, 12.-13.09.2017.
- [26] Yazgi, A. et al: Characteristics of a Corn Planter Metering Unit using Response Surface Methodology. In: Applied Engineering in Agriculture, 33(2), S. 181–189.
- [27] Yazgi, A. et al: Seed Mixture Flowing Characteristics of a Seed Drill for Mixed Seeding. In: Applied Engineering in Agriculture, 33(1), S. 63–71.
- [28] Hao, Y. e. a.: Development of an Instrument to measure Planter Seed Meter Performance, In: Applied Engineering in Agriculture, 33(1), S. 31–40.
- [29] Schäfer, A.; Damerow, L.; Schulze Lammers, P.: Bestimmung der Korngemetrie der Durchwachsenen Silphie als Voraussetzung für die Einzelkornsaat. In: Landtechnik, 72(3), S. 122–129.
- [30] Meinel, T.: Sätechnik für Körnerleguminosen - Ackerbohnen, Erbsen & Co.. DLG-Fachforum "Pflanzenbau live", Hannover, 13.11.2017.
-

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 10.01.2018

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2017. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2018. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201801151505>

Link zum Beitrag / Link to Article

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2017/chapter/saetechnik.html>