

## Sätechnik

Till Meinel

### Kurzfassung

Im Bereich der Sätechnik kamen 2019 sowohl komplett neu entwickelte Sämaschinen als auch neue intelligente, kostengünstige und robuste Baugruppen auf den Markt. Mehrere Neuentwicklungen wurden anlässlich der Agritechnica 2019 mit Silbermedaillen ausgezeichnet. Apps zur Bedienung, Einstellung und Fehlersuche bei Drill- und Einzelkornsämaschinen für die Anwendung auf mobilen Endgeräten gehören mittlerweile zum Standardangebot etablierter Hersteller. Umweltaspekte spielen bei der Weiterentwicklung der Sätechnik eine zunehmende Rolle. Beispiele für die Maisaussaat sind die automatische Anlage breiter Fahrgassen zum Einsatz bodenschonender Niederdruckreifen zur Gülleausbringung oder die präzise Düngerapplikation bei der Startdüngung.

### Schlüsselwörter

Drillmaschinen, Einzelkornsämaschinen, Saatguteinbettung, Bodensensoren

## Seeding Technology

Till Meinel

### Abstract

In the field of seeding technology, both completely newly developed seed drills and new intelligent, inexpensive and robust assemblies came onto the market in 2019. Several new developments have been awarded at the Agritechnica 2019 silver medals. Apps for operation, setting and troubleshooting for seed drills and precision planters for use on mobile devices are now part of the standard range of established manufacturers. Environmental aspects play an increasing role in the further development of sowing technology. Examples of maize sowing are the automatic installation of wide tramlines for the use of low-pressure tires that are gentle on the soil for spreading liquid manure, or the precise application of starter fertilizer.

### Keywords

Seed drills, Precision planters, Seed embedding, Soil sensors

## Einleitung

Drill- und Einzelkornsämaschinen sind Schlüsselmaschinen für die Pflanzenproduktion. Zur Agritechnica 2019 zeigten Hersteller dieser Technik zahlreiche Innovationen, die die DLG mit mehreren Silbermedaillen auszeichnete. Bei Drillmaschinen liegen die Entwicklungsschwerpunkte bei intelligenten, kostengünstigen und robusten Komponenten sowie bei der Integration vorhandener Daten in Applikationskarten und deren Anwendung für die Regelung mehrerer Maschinenfunktionen. Einzelkornsämaschinen werden durch neue Apps leichter bedienbar und im Bereich der Saatguteinbettung deutlich genauer. Umweltaspekte spielen eine wachsende Rolle bei Neuentwicklungen. Hierzu gehören z. B. die präzise Düngerablage zur Einzelkornsaat oder die automatische Anlage breiter Fahrgassen bei der Maisaussaat.

## Drillsaat

Kverneland stellt eine pneumatische Anbau- Kombinationssämaschine zur kombinierten Ausbringung von Saatgut und Dünger oder zweier Saatgüter vor [1]. Die Maschinen weisen flexibel aufteilbare Taktvolumina und zwei ISOBUS-fähige elektrisch angetriebene Dosiergeräte auf. Die auf der Säschiene befestigten Verteilerköpfe ermöglichen die Nutzung des gesamten Tankinhaltes für Saatgut und Dünger, **Bild 1**.



**Bild 1:** Pneumatische Anbau-Säkombination für gleichzeitige Aussaat und Düngung [1]

**Figure 1:** Pneumatic mounted seeding combination for one-step seed and fertilizer application [1]

Mehrere Hersteller wie Kuhn und Farmet entwickelten die Fahrgassensysteme für pneumatische Drillmaschinen weiter [2; 3]. Das Fahrgassenventil des Vistaflow-Systems von Kuhn erkennt Verstopfungen und zeigt diese sowohl im Terminal als auch optisch am Verteilerkopf an. Farmet verwendet zum Öffnen und Schließen der neuen Fahrgassenventile elastische Gummimembranen, die über einen Luftdruck von 2 bar betätigt werden. Vorteile dieses Systems bestehen nach Herstellerangaben im Selbstreinigungseffekt sowie in den geringen Ersatzteilkosten der Membranen.

Einen neuen Durchflusssensor zur Erfassung von pneumatisch geförderten Partikeln stellte Müller Elektronik vor [4]. Im Gegensatz zu bisher verfügbaren Sensoren ist kein Kontakt zum Messmedium erforderlich und der Sensor arbeitet ohne Querschnittsreduzierungen und Prallflächen. Dadurch reduziert sich das Verschmutzungsproblem durch Abrieb von Beize oder

granuliertem Dünger. Haupteinsatzgebiet des für verschiedene Schlauchdurchmesser modular aufgebauten Sensors ist die Flussüberwachung des Saatgutes bei pneumatischen Drillmaschinen und des Düngers bei Einzelkornsämaschinen.

Farmet erweitert die Nutzung von Applikationskarten durch die Möglichkeit einer teilflächen-spezifischen Regelung der Ablagetiefe bei Drillmaschinen [5]. Neben der bekannten Regelung der Ausbringmenge erfolgt die Schardruckregelung entsprechend vorprogrammierter Zielgrößen oder ergänzend online über Signale von Beschleunigungssensoren zur Messung der Aggregatgrößenverteilung im Saatbett.

Ein elektrisch angetriebenes Zwischenfrucht-Säaggregat in Kombination mit starren Kreisel-eggen Kurzkombinationen stellt Pöttinger vor [6]. Die Aussaat von Senf, Gras, Raps oder Getreide in geringen Saatstärken in einem Arbeitsgang mit der Saatbettbereitung sind Haupteinsatzgebiete dieser Technik. Eine zunehmende Nachfrage für diese Technik kommt aus der Grünlanderneuerung. Das Saatgut wird pneumatisch über verdrehbare Bleche verteilt. Die Saatablage kann wahlweise vor der Walze oder nach dem Nachläufer erfolgen.

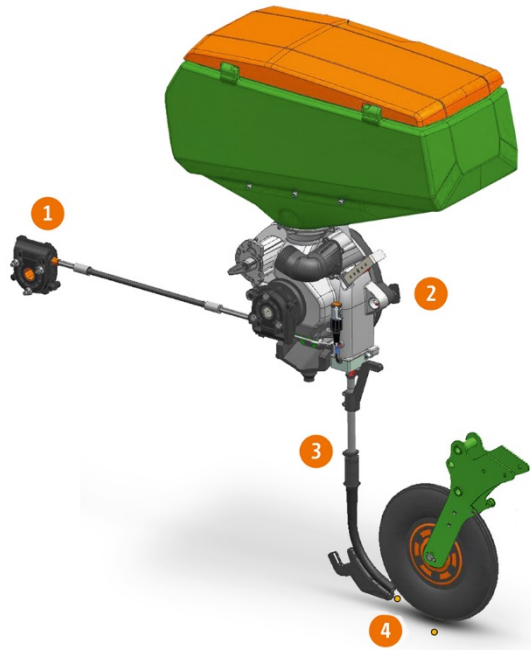
Güttler stellt einen Schlitzsaatstriegel zur Nachsaat von Grasland vor [7]. Die Striegelzinken schlitzten die bestehende Grasnarbe bei Bedarf im Abstand von 7,5 cm auf. Sie weisen an ihrer Hinterkante Saatileitungen auf, die den Grassamen direkt in die Schlitz ablegen. Auf diese Weise wird ein kostengünstiges Kombinationsgerät aus Striegel und Schlitzsämaschine angeboten.

### **Einzelkornsäat**

Mehrere Hersteller entwickelten elektronische Systeme zur effizienteren Einstellung, Fehlersuche und einfacheren Bedienung von Einzelkornsämaschinen. Dazu gehören beispielsweise Apps, die es dem Bediener ermöglichen, nach der Störungsbeseitigung an der Maschine ohne Rückkehr in die Traktorkabine per mobilem Endgerät (z. B. Smartphone) die ordnungsgemäße Funktion der Drill- oder Einzelkornsämaschine zu überprüfen [8 bis 11]. Bosch stellte mit Nevonex eine offene Plattform vor, die ähnlich einem Betriebssystem zur Entwicklung von Programmen (Features) für neue oder bestehende Landmaschinen dient [12]. Dieses offene System gestattet die Integration von Daten, aber vor allem auch von Logik und Wissen direkt in die Maschinen. Nevonex basiert auf zuverlässiger und gegen Angriffe geschützter Technologie aus der Automobilindustrie mit End-zu-End-Verschlüsselung. App-ähnliche Programme (Features) können direkt auf Landmaschinen ausgeführt werden, ein integriertes Schnittstellenmanagement erlaubt den reibungslosen Zugriff über ISOBUS oder über proprietäre Signale. Die herstellerübergreifenden Schnittstellen ermöglichen die Zusammenführung von Expertise aus der Agrartechnikbranche als auch der vor- und nachgelagerten Bereiche. Aktuell sind mit den Firmen Amazonen-Werke, Lemken und Rauch drei Sätechnikhersteller aktive Partner des Netzwerkes. Die Markteinführung in ausgewählten Regionen ist für Frühjahr 2020 geplant.

Amazone stellte die neu entwickelte Einzelkornsämaschine Precea vor [13; 14]. Zur Kornver-einzelung verwendet die Maschine ein Überdrucksystem für jede Säreihe, eine automatische

Regelung der Abstreifereinstellung ist optional verfügbar. Die Säscheibe ist fest mit der rotierenden Druckkammer verbunden, wodurch die schleifende Relativbewegung der Säscheibe entfällt und nur geringe Antriebsdrehmomente auftreten. Deshalb kommt die Maschine in der elektrisch angetriebenen Variante bis zu zwölf Reihen ohne Zusatzgenerator aus. Die mechanisch angetriebenen Maschinen sind mit flexiblen Antriebswellen ausgestattet, **Bild 2**. Der ebenfalls neu entwickelte Microgranulatstreuer ist dezentral aufgebaut und lässt sich gemeinsam mit der Saat einzeln für jede Säreihe abschalten.



**Bild 2:** Precea SpeedShaft Vereinzelung [13]

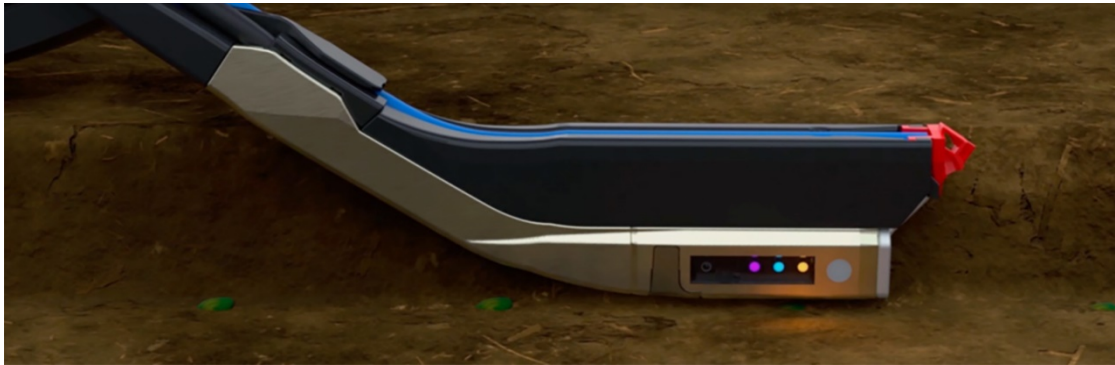
1...Flex-Wellen-Antrieb; 2...Druck-Vereinzelung; 3...Schussstrecke; 4...Fangprozess

**Figure 2:** Precea SpeedShaft singling [13]

1...Flex-shaft drive; 2...Pressure singling; 3...Propulsion channel; 4...Catching process

Das zu Agco gehörende Unternehmen Precision Planting präsentierte ein automatisches System zur Steuerung der Aussaatiefe einer Einzelkornsämaschine in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften wie der Bodenfeuchte [15]. Der Bediener definiert dazu einen Bereich der Ablagetiefen sowie den Minimalwert der Bodenfeuchte. Während der Aussaat wird die Bodenfeuchte in der jeweiligen Bodenschicht mit einem Sensor in Echtzeit erfasst sowie die Ablagetiefe mittels eines elektrischen Aktors bei Bedarf automatisch verändert, um eine für das Saatgut ausreichende Keimfeuchte sicherzustellen. Die automatische Steuerung der Ablagetiefe basierend auf der Bodenfeuchte hat einen gleichmäßigeren Feldaufgang zum Ziel und verringert Keimungsrisiken. Ein möglicher Zusatznutzen besteht in der Einsparung von Saatgut durch den verbesserten Feldaufgang. Der verwendete Sensor misst verschiedene Bodenkennwerte direkt in der Furche, **Bild 3**. Dazu gehören u. a. Bodentemperatur, Bodenfeuchte, Furchenqualität, Kationenaustauschkapazität und Gehalt an organischer Substanz [16].

---



**Bild 3:** Bodensensor SmartFirmer in der Saatfurche [16]

**Figure 3:** Soil Sensor SmartFirmer in furrow [16]

Bei der Gülledüngung von Maisbeständen kommen zunehmend breitere, bodenschonende Bereifungen zum Einsatz, die Fahrgassen benötigen. Väderstad entwickelte ein neues System zum Anlegen von Fahrgassen bei der Maisaussaat, das den Reihenabstand der Tempo-Einzelkornsämaschine automatisch anpassen kann, um zwei bis zu 1050 mm breite Fahrgassen zu erstellen [17]. Hydraulikzylinder verschieben vier Säaggregate am Grundrahmen der „Tempo“ und reduzieren die Reihenabstände neben den Fahrgassen von 750 mm auf 600 mm. Durch diese Technik kann die gewünschte Saatstärke auch im Bereich der Fahrgassen unverändert beibehalten werden. Es entfallen das komplette Abschalten der Fahrgassenreihen und die höhere Dosierung in den Nachbarreihen, die zu ungleichen Standraumverhältnissen in Längs- und Querrichtung führt.

Die punktgenaue Düngerapplikation bei der Maisaussaat ist eine Möglichkeit, bei der Startdüngergabe 25 % Düngereinsparung ohne Ertragsdepressionen zu erzielen. Dies wurde in dreijährigen mehrortigen Feldversuchen nachgewiesen, die Wissenschaftler der TH Köln gemeinsam mit dem Projektpartner Kverneland Group Soest im Rahmen des Forschungsprojektes PUDAMA durchführten [18 bis 20]. Den im Rahmen dieses Projektes entwickelten Punktapplikator entwickelt Kverneland zur Serienreife weiter. Amazone präsentierte ein erstes Funktionsmodell an der neu entwickelten Einzelkornsämaschine Precea [21].

Mehrere Hersteller bieten seit einigen Jahren aktiv geregelte Systeme zur Verbesserung der Einbettungsqualität vor allem bei der Maisaussaat an, die auf der Messung des Auflagedrucks der Tiefenführungsrollen an den Säaggregaten basieren [18; 22]. Precision Planting verfeinert die geregelte Technik zur Saatguteinbettung durch die Kombination eines aggressiven Zahnscheibenpaares zur Bedeckung der Furche mit losem Boden mit einem nachfolgenden Paar speziell geformter Druckrollen („stitch wheels“), **Bild 4** [23]. Der Auflagedruck dieser Druckrollen wird mittels Wiegezellen an jedem Säaggregat gemessen und über einen Aktuator einem Sollwert angepasst.



**Bild 4:** Zweistufiges Einbettungssystem mit integrierter Messung [23]

**Figure 4:** Two-stage closing system with integrated sensing [23]

Das Unternehmen Forigo Roter Italia SRL stellt ein neues Saatgutablagensystem für grobkörnige Saatgüter unter Folie vor [24]. Die Saatkörner werden pneumatisch vereinzelt, in einem Luftstrom beschleunigt und von oben durch die bereits ausgelegte Folie hindurch in den Boden befördert. Dadurch entsteht exakt über dem Saatkorn ein sehr kleines Loch in der Folie und aufgrund der geringen Lochgröße können sich kaum Unkräuter entwickeln. Die Steuerung der Ablagetiefe erfolgt durch die Stärke des Luftstromes. Ein elektronisches System optimiert die Saatedichte und die Folienablage am Feldende. Die Maschine ist für grobkörniges Saatgut wie Mais oder Soja optimiert. Die verringerte Lochgröße in der Folienbedeckung der Saatreihe reduziert nach Herstellerangaben das Unkrautauftreten nach dem Durchbrechen der Jungpflanzen deutlich und verringert somit den Aufwand zur Bestandspflege.

### Neue Literatur und Forschungsergebnisse

Im Verlag Eugen Ulmer erschien ein neues Lehrbuch „Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion“ [25]. Das Buch wendet sich an Studierende der Agrarwissenschaften an Universitäten und Hochschulen. Es stellt den aktuellen Stand des Wissens landtechnischer Forschung und Praxis in zehn Kapiteln dar und vermittelt Grundkenntnisse der Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion.

Den Einfluss von Ablagetiefe und Schardruck auf Feldaufgang und Kornertrag bei Mais untersuchten Poncet et al. in zweijährigen Feldversuchen in Alabama [26]. Haupteinflussfaktoren für den Feldaufgang waren die Wetterbedingungen, während der Kornertrag am stärksten von den Standortunterschieden und den wechselnden Klimabedingungen zwischen den Versuchsjahren beeinflusst wurde. Insgesamt erwies sich eine Ablagetiefe von 4,4 cm und ein Auflage-  
druck von 1,2 kN je Säreihe als optimale Maschineneinstellung.

Die Untergrundtröpfchenbewässerung ist eine wassersparende Methode, um besonders in Gebieten mit geringen Frühjahrsniederschlägen eine gute Wasserversorgung von Keimpflanzen sicher zu stellen. Die Tropfschläuche sind unterhalb des Pflughorizontes in ca. 30 cm Tiefe verlegt und versorgen deshalb konventionell gesätes Maissaatgut in frühen Wachstumsstadien nur ungenügend mit Wasser. Abhilfe schafft möglicherweise die Aussaat in vorab gezogene Furchen, wobei die niedrigen Bodentemperaturen zu Wachstumsverzögerungen führen können. Chinesische Wissenschaftler untersuchten den Einfluss der Furchentiefe auf das

Keimverhalten sowie die Bodentemperaturen und veröffentlichten einjährige Versuchsergebnisse [27]. Im Ergebnis empfehlen die Autoren eine Furchentiefe von 10 cm als Optimum.

Talkum und Graphit sind oft verwendete Zusatzstoffe zur Verbesserung der Fließeigenschaften von Soja- und Maissaatgut bei der Aussaat mit Einzelkornsämaschinen. Eine Studie vergleicht die Fließeigenschaften dieser Saatgüter beim Einsatz von „green lubricants“ auf der Basis von Sojaprotein im Vergleich zu kommerziellen Flussmitteln [28]. Die Ergebnisse zeigen, dass biologisch abbaubare Flussmittel eine sinnvolle Alternative hinsichtlich Wirkung und Kosten sein können.

Ergebnisse zur Anwendbarkeit von Bodenradar zur Messung der Ablagetiefe von Mais veröffentlichten Forscher der Iowa State University [29]. Die Methode erweist sich als prinzipiell anwendbar, erhebliche Messabweichungen ergeben sich jedoch bei tonhaltigen, dichtlagernden und feuchten Böden.

Die Genauigkeit von acht elektrischen Antrieben an einer 24reihigen Einzelkornsämaschine Horsch Maestro überprüfte Strasser unter Laborbedingungen für Geradeaus- und Kurvenfahrt [30]. Die Drehzahlabweichung der Antriebsmotoren sinkt bei höheren Drehzahlen. Die Autoren vermuten eine zu geringe Datenrate durch die begrenzte Auflösung der Geschwindigkeitssignale in der ECU als Ursache für die höheren Drehzahlabweichungen bei niedrigeren Geschwindigkeiten. Die Arbeitsqualität zweier Vereinzlungsaggregate von John Deere und Precision Planting im Feld bei verschiedenen Saatmengen und Arbeitsgeschwindigkeiten ermittelten Virk et al. [31]. Die Saatmenge erwies sich im Vergleich zur Arbeitsgeschwindigkeit als wesentlicher Einflussfaktor auf die Vereinzlungsqualität.

Wie in den vergangenen Jahren geht die Suche nach einer preisgünstigen Möglichkeit, die Bodenfeuchte in Echtzeit zu messen, weiter. Ein Ansatz ist die Verwendung von machine learning-Algorithmen zur Analyse der Reflexionsdaten von Spektraluntersuchungen eines sandigen Lehmbodens [32]. Vergleichsversuche mit sechs TDR- (Time-Domain Reflectometry) und FDR- (Frequency-Domain Reflectometry) Bodenfeuchtigkeitssensoren an der University Nebraska-Lincoln zeigten den signifikanten Einfluss der Bodentemperatur auf die Messwerte [33]. Zu vergleichbaren Aussagen gelangt eine Studie, die vier Bodenfeuchtesensoren und einen Sensor zur Temperaturmessung an sechs Bodenproben aus dem Mississippi-Delta unter Laborbedingungen hinsichtlich ihrer Eignung für die Bewässerungssteuerung testete [34].

Die Nutzung eines kostengünstigen, tragbaren 3D-Scanners zur Messung von Boden- und Furchenprofilen wird in [35] beschrieben, **Bild 5**. Bis zu einer Tiefe von 110 mm erreicht der Scanner die geforderte Messgenauigkeit und stellt somit eine preiswerte Alternative zu LiDAR-Systemen und manuellen Messungen dar.





**Bild 5:** Structure Sensor von Occipital Inc. (<https://occipital.com/>) [35]

**Figure 5:** Structure Sensor produced by Occipital Inc. (<https://occipital.com/>) [35]

Für eine internationale Standardisierung der Testmethoden für Mikrogranulatstreuer plädiert K. J. Hawken von der britischen Agricultural Engineers Association in [36]. Großbritannien testet Granulatstreuer seit 2005 und begann 2016 mit dem Test von Streuern für Schneckenkorn. Mit derzeit über 2000 Tests pro Jahr verfügt man über umfangreiche Erfahrungen auf diesem Gebiet, die nach Hawken in eine Erweiterung der EN ISO 16122 münden sollten.

Ein mechanisches Vereinzlungssystem für Sojasaatgut wird in [37] vorgestellt. Das System erreicht im Labortest bei Geschwindigkeiten von 9 - 11 km/h Vereinzlungsgenauigkeiten über 99 %.

Eine pneumatische Anbau-Sämaschine für die Ausbringung von Weizen und Dünger wird in [38] vorgestellt. Die Maschine arbeitet mit aktiver Bodenbearbeitung, 12 Bandscharen auf 3,60 m Arbeitsbreite und ist mit neu entwickelten Walzendosierern sowie Zyklonen für Saatgut und Dünger ausgerüstet. Der Beitrag berichtet von positiven Testergebnissen von Feldtests am Testing and appraisal center of Shandong Academy of Agricultural Machinery Sciences.

Die Modellierung von Broad beans mit der DEM-Methode unter Einsatz der Software EDEM beschreibt Yitong [39]. Das Modell der Saatkörner enthält 13 Kugeln und ist damit recht komplex aufgebaut.

Die Präzision der Vereinzlung von Mung-Bohnen mit einem Bürstenband-System ergab unter Laborbedingungen Werte von 92,6 - 97,4 % [40]. Damit erweist sich diese vor allem in China beliebte Speisebohne als gut geeignet für die Aussaat mit Einzelkornsämaschinen.

Den Einfluss mehrerer Parameter wie Feuchtigkeit und räumliche Orientierung auf die Bruchfestigkeit von Baumwollsaatgut untersuchte Dowd [41]. Beide Parameter beeinflussen neben der genetischen Herkunft die Bruchfestigkeit in starkem Maße.

Mehrere Autoren beschäftigen sich mit der Weiterentwicklung und Performance-Tests von Pflanzmaschinen, insbesondere den Greifwerkzeugen [42 bis 45]. Hintergrund der in China durchgeführten Projekte ist vor allem die über 20 Mio. ha große Gemüseproduktionsfläche in diesem Land (Stand 2014). Ingenieure an der Universität Pisa entwickelten und testeten eine Pflanzmaschine, die sowohl unter konventionellen als auch unter Direktsaatbedingungen einsetzbar ist und mit verschiedenen Pflanzenarten gute Ergebnisse erzielte [46].



## **Zusammenfassung**

Der Beitrag präsentiert im Bereich Drillmaschinen neben einer neu entwickelten Anbau-Kombinationssämaschine verbesserte Fahrgassenkomponenten mit zusätzlichen Funktionen für pneumatische Verteilsysteme. Mehrere Entwicklungen fokussieren auf eine geringere Verstopfungsneigung, wie z. B. ein Durchflusssensor und ein pneumatisch geschaltetes Fahrgassenventil.

Neuheiten bei Einzelkornsämaschinen stellt der Beitrag auf mehreren Gebieten vor. Mehrere Hersteller bringen Apps zur Einstellung, Bedienung und Fehlersuche auf den Markt, die auf mobilen Endgeräten nutzbar sind. Eine offene Plattform ermöglicht es, ISOBUS-fähige Programme auch für bereits bestehende Maschinenbaureihen zu entwickeln und Expertenwissen aus vor- und nachgelagerten Bereichen zu integrieren. Erstmals vorgestellt wird die Regelung der Tiefenablage bei der Maisaussaat basierend auf Bodenparametern wie z. B. der Bodenfeuchte. Ein zweistufiges System bestehend aus speziell geformten Druckrollen optimiert die Einbettungsqualität bei der Einzelkornsaat. Die Anlage breiterer Fahrgassen bei gleichbleibender Saatstärke ermöglicht die Nutzung bodenschonender Breitreifen bei der Gülledüngung von Mais. Weitere Neuentwicklungen betreffen die punktgenaue Düngerapplikation bei der Maisaussaat sowie die Kornablage grobkörniger Saaten unter einer bereits ausgelegten Folie.

Neben einem neuen landtechnischen Lehrbuch stellt der Beitrag aktuelle Forschungsergebnisse vor. Die Mehrzahl der Forschungsarbeiten beschäftigt sich mit Aspekten der Maisaussaat, u. a. dem Einfluss von Ablagetiefe und Schardruck auf Feldaufgang und Kornertrag, der Anwendbarkeit von Bodenradar zur Messung der Ablagetiefe, der Aussaat in Furchen bei Untergrundtröpfchenbewässerung und der Anwendung von „green lubricants“ als Flussmittel im Saatgut. Weitere Ergebnisse betreffen u. a. die Genauigkeit von elektrischen Antrieben zur Kornvereinzelung, die Echtzeitmessung der Bodenfeuchte und die Nutzung eines kostengünstigen, tragbaren 3D-Scanners zur Messung von Boden- und Furchenprofilen.

## Literatur

- [1] Potthast, A.: Kverneland e-drill maxi plus – Pressemitteilung Kverneland Group. Soest 2019. URL – <https://www.kverneland.de/Saetechnik/Saemaschinen/Kverneland-e-drill-compact-e-drill-maxi> - Zugriff am 13.01.2020.
- [2] Haas, J.-C.: Vistaflow – Produktinformation Kuhn Maschinen - Vertrieb GmbH. November 2018.
- [3] Sédlacková, J.: Section control of drill machines with utilisation of valves with pneumatic-controlled rubber elastic closing segments (12.07.2019). URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 06.01.2020.
- [4] Liebich, M.: Blockagesensor (12.07.2019). URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 06.01.2020.
- [5] Sédlacková, J.: Active control of drill machines with a regulated dose, depth of sowing, and drill unit down force according to application maps (12.07.2019). URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 06.01.2020.
- [6] Preimess, H.-J.: Neuentwicklungen aus dem Hause Pöttinger - Bereich Sätechnik für das Jahr 2019. Persönliche Mitteilung, 21.12.2019.
- [7] Güttler, H.: Grünlandstriegel mit Schlitzsaateinrichtung (12.07.2019). URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 06.01.2020.
- [8] Blateyron, B.: 20/20 Connect (12.07.2019). URL – <https://www.precisionplanting.com/agronomy/news/precision-planting-announces-the-20-20-connect-app> - Zugriff am 04.01.2020.
- [9] Ektander, V.: Sämaschine abdrehen mit dem Smartphone dank E-Control Mobile. URL – <https://www.vaderstad.com/de/kampagnen/agritechnica-2019/e-control-mobile/> - Zugriff am 05.01.2020.
- [10] Mose, Z.: Arbos Sowing App (12.07.2019). URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 05.01.2020.
- [11] Wessels, M.: mySeeder-App – Neue Sämaschinenkalibrierung über Smartphone für optimalen Bedienkomfort. Pressemitteilung Amazonen - Werke, Hasbergen 2019. URL – <https://go.amazone.de/go2020/agritechnica/2019/neuheiten/s%C3%A4technik/my-seeder-app/> - Zugriff am 05.01.2020.
- [12] Fluhr, A. und Dürr, C.: NEVONEX powered by Bosch. Pressemitteilung Bosch 2019. URL – <https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/nevonex-powered-by-bosch-das-oekosystem-fuer-die-smarte-und-digitale-landwirtschaft-199552.html> - Zugriff am 05.01.2020.
- [13] Wessels, M.: Einzelkorn-Sämaschine Precea. Pressemitteilung Amazonen-Werke, Hasbergen 2019. URL – <https://go.amazone.de/go2020/agritechnica/2019/neuheiten/s%C3%A4technik/einzelkorn-s%C3%A4maschine-precea/> - Zugriff am 05.01.2020.

- [14] Lummer, B.: Neuheitenübersicht Sätechnik Amazonen-Werke, persönliche Mitteilung, 20.12.2019.
- [15] Blateyron, B.: FurrowForce. URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 06.01.2020.
- [16] Blateyron, B.: Mini Smart Firmer. URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 04.01.2020.
- [17] Ektander, V.: Väderstad Tempo WideLining maximiert das Ertragspotenzial. URL – <https://www.vaderstad.com/de/kampagnen/agritechnica-2019/tempo-widelining/> - Zugriff am 04.01.2020.
- [18] Meinel, T.: Sätechnik. In: Jahrbuch Agrartechnik 2017. Bd. 29. Braunschweig 2018, S. 1-10.
- [19] Bouten, M.; Meinel, T. und Kath-Petersen, W.: Development and utilization of a new application system for precise fertilizer placement in corn. In: Verein Deutscher Ingenieure - Max Eyth Gesellschaft (Hrsg.) 2019 – 77th International Conference on Agricultural Engineering. Bd. 2361, S. 513-520.
- [20] Bouten, M.; Meinel, T. und Kath-Petersen, W.: Investigating the influence of precisely applied starter P-fertilizer in maize – initial field trial results. LANDTECHNIK 74 (2019) 1/2, S. 25-35.
- [21] Wessels, M.: FertiSpot für die Einzelkorn-Sämaschine Precea. Pressemitteilung Amazonen-Werke, Hasbergen 2019. URL – <https://go.amazone.de/go2020/agritechnica/2019/neuheiten/s%C3%A4technik/fertispot-f%C3%BCr-die-einzelkorn-s%C3%A4maschine-precea/> - Zugriff am 05.01.2020.
- [22] Meinel, T.: Sätechnik. In: Jahrbuch Agrartechnik 2016. Bd. 28. Braunschweig 2017, S. 1-10.
- [23] Blateyron, B.: SmartDepth. URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 05.01.2020.
- [24] Forigo, A.: Modula Jet. URL – <https://www.agritechnica.com/de/innovation-award-agritechnica/angemeldete-neuheiten> - Zugriff am 05.01.2020.
- [25] Köller, K. und Hensel, O. (Hrsg.): Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion. 1. Auflage. Bd. 5198. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer 2019.
- [26] Poncet, A. M.; Fulton, J. P.; McDonald, T. P.; Knappenberger, T. und Shaw, J. N.: Corn emergence and yield response to row-unit depth and downforce for varying field conditions. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(3). St. Joseph, MI 2019, S. 399-408.
- [27] Mo, Y. et al.: Effects of furrow depth on soil hydrothermal properties and corn germination with alternate row/bed planting under subsurface drip irrigation. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation 2019, S. 1-11.
- [28] Badua, S. A. et al.: Comparison of soy protein based and commercially available seed lubricants for seed flowability in row crop planters. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(4). St. Joseph, MI 2019, S. 593-600.
-

- [29] Mapoka, K. et al.: Using gprMAX to model ground-enetrating Radar (GPR) to locate corn seed as an attempt to measure planting depth. In: Transactions of the ASABE. 62(3). St. Joseph, MI 2019, S. 673-686.
- [30] Strasser, R. et al.: Performance of planter electric-drive seed meter during simulated planting scenarios. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(6). St. Joseph, MI 2019, S. 925-935.
- [31] Virk, S. S. et al.: Field validation of seed meter performance at varying seeding rates and ground speeds. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(6). St. Joseph, MI 2019, S. 937-948.
- [32] Hamidisepehr, A. und Sama, P.: Moisture content classification of soil and stal residue samples from spectral data using machine learning. In: Transactions of the ASABE. 62(1). St. Joseph, MI 2019, S. 1-8.
- [33] Zhu, Y. et al.: Time-domain and frequency-domain reflectometry type soil moisture sensor performance and soil temperature effects in fine- and coarse- textured soils. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(2). St. Joseph, MI 2019, S. 117-134.
- [34] Sui, R.; Pringle, H. C. und Barnes, E. M.: Soil Moisture Sensor test with Mississippi delta soils. In: Transactions of the ASABE. 62(2). St. Joseph, MI 2019, S. 363-370.
- [35] Aikins, K. A. et al.: Measuring soil surface and furrow profiles using a portable and affordable 3D scanner. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation.
- [36] Hawken, K. J.: Test methods not yet covered by EN ISO 16122 – micro granular applicators and slug pellet applicators. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation 2019, S. 1-3.
- [37] Xue, P. et al.: Double-setting seed-metering device for precision planting of soybean at high speeds. In: Transactions of the ASABE. 62(1). St. Joseph, MI 2019, S. 187-196.
- [38] Yu, X. et al.: Design and Experiment of Pneumatic Conveying Seeder with no-tillage for Simultaneous Seeding of Wheat Seed and Fertilizer. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation, S. 1-15.
- [39] Yitong, D. et al.: Establishment and Parameter Calibration of Broad Bean Seeds Simulation Particles in EDEM. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentations. St. Joseph, MI 2019, S. 1-7.
- [40] Wei, Y.; Cui, T. und Du, Y.: Adaptability Test of Precision Seeding of Mung Bean. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation 2019, S. 1-5.
- [41] Dowd, M. K.; Manandhar, R.; Delhom C.D.: Effect of seed orientation, acind delinting, moisture level, and sample type on cottonssed fracture resistance. In: Transactions of the ASABE. 62(4). St. Joseph, MI 2019, S. 1045-1053.
- [42] Ma, G. et al.: Design of a whole row pneumatic seedling pick-up device for fully-automatic field transplanters with reciprocating movement and intelligent control system. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation 2019, S. 1-19.
- [43] Xiao Z. et al.: Structural Design and Simulation of Transplanting Manipulator. In: ASABE 2019 Annual International Meeting Presentation 2019, S. 1-7.
-

- [44] Sun, L. et al.: Type synthesis and application of gear linkage transplanting mechanisms based on graph theory. In: Transactions of the ASABE. 62(2). St. Joseph, MI 2019, S. 515-528.
- [45] Han, L. et al.: Design and tests of a multi-pin flexible seedling pick-up gripper for automatic transplanting. In: Applied Engineering in Agriculture. 35(6). St. Joseph, MI 2019, S. 949-957.
- [46] Frasconi, C. et al.: Field vegetable transplanter for use in both tilled and no-till soils. In: Transactions of the ASABE. 62(3). St. Joseph, MI 2019, S. 593-602.

### **Autorendaten**

Prof. Dr.-Ing. Till Meinel ist stellvertretender Institutsdirektor am Institut für Bau- und Landmaschinentechnik Köln der Technischen Hochschule Köln.

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

**Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 05.02.2020

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2019. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2020. S. 1-13

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202001201529-0>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2019/chapter/saetechnik.html>

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