

## Sätechnik

Till Meinel

### Kurzfassung

Aktuelle Entwicklungen der Sätechnik unterstützen Landwirte dabei, auf gesellschaftliche und klimatische Herausforderungen zu reagieren und ihre Produktionssysteme entsprechend anzupassen. Vollautomatische Roboter haben Einzug gehalten in den Produktionsalltag moderner landwirtschaftlicher Betriebe. Sie reduzieren Kosten und den Bedarf an Arbeitskräften für Aussaat und Bestandspflege. Eine neue Säkombination etabliert Zwischenfruchtbestände wasserschonend und gegen Starkregen geschützt. Ressourcenschonende Technologien der Düngerapplikation bei der Einzelkornsaat und bei bereits etablierten Beständen mit Reihenfrüchten reduzieren Kosten und Nährstoffverluste. Die Homogenität von Maisbeständen in der frühen Jugendentwicklung dient erstmals als Bewertungskriterium eines DLG - Prüfberichtes und war Gegenstand eines Forschungsprojektes in den USA. Das Projekt "Experimentierfeld Agro - NordWest" untersucht u.a. den Einsatz digitaler Werkzeuge für herstellerübergreifende Verfahrensketten im Bereich der Zuckerrübenproduktion.

### Schlüsselwörter

Drillmaschinen, Einzelkornsämaschinen, autonome Systeme

## Seeding Technology

Till Meinel

### Abstract

Current developments in sowing technology help farmers to react to social and climatic challenges and to adapt their production systems accordingly. Fully automatic robots have found their way into the everyday production of modern agricultural businesses. They reduce costs and the need for labor for sowing and crop care. A new sowing combination establishes catch crops in a way that conserves water and protects against heavy rain. Resource-conserving fertilizer application technologies for precision sowing and for established row crops reduce costs and nutrient losses. For the first time, the homogeneity of corn in early youth development served as an evaluation criterion for a DLG test report and was the subject of a research project in the USA. The project "Experimentierfeld Agro - NordWest" examines, among other things, the use of digital tools for manufacturer-independent process chains in the field of sugar beet production.

### Keywords

Seed drills, Precision planters, autonomous systems

---

## Einleitung

Die gesellschaftliche Diskussion über landwirtschaftliche Produktionsverfahren erweckt häufig den Eindruck, dass zwischen Produktion und Ökologie ausschließlich Zielkonflikte liegen. Dabei gibt es aus dem Bereich der Innovationen vieles, was beiden Zielen gleichermaßen zugutekommt [1]. Hierzu zählen verlustärmere und bedarfsorientierte Düngeverfahren, die immer häufiger mit der Aussaat kombiniert werden.

Der Wettbewerb um gut ausgebildete und bezahlbare Fachkräfte hat auch landwirtschaftliche Betriebe und Lohnunternehmen erreicht [2]. Diese Situation fördert einerseits die Nachfrage nach höherer Schlagkraft, nach Maschinen mit noch größeren Arbeitsbreiten und höheren Arbeitsgeschwindigkeiten. Andererseits ist die Einführung autonomer Technik auch für Aussaat und Bestandspflege in vollem Gange. Damit verbinden sich neue Entwicklungspfade für Sätechnik: Kleine Arbeitsbreiten, niedrige Geschwindigkeiten und Leichtbau.

Große Landmaschinenhersteller sichern sich Innovationskraft und damit Wettbewerbsvorteile oft durch Beteiligungen oder Zukäufe innovativer Unternehmen - Spezialisten und Startups [3]. Diese Strategie verfolgen nun auch einige Sätechnikhersteller, um ihre Kompetenz in Zukunftstechnologien wie z. B. dem autonomen Fahren zu sichern [4].

## Autonome Systeme

Das dänische Unternehmen FarmDroid ApS entwickelte einen vollautomatischen Roboter zur Aussaat und Unkrautbekämpfung von Feldfrüchten wie z. B. Zucker- und Futterrüben, Zwiebeln, Raps, Spinat und Kräuter [5]. Die elektrisch angetriebene Maschine verfügt über eine autarke Energieversorgung mittels Solarzellen und ermöglicht die Einzelkornsaat mit Reihenweiten zwischen 22,5 und 75 cm. Die Position jedes abgelegten Saatkorns wird mittels RTK - DGPS - System gespeichert. Dies ist die Basis für eine anschließende mechanische Bestandspflege. Nach einem Umbau der Maschine von Säeinheiten auf Hackwerkzeuge hält der Roboter eine Fläche von bis zu 20 ha unkrautfrei. Das Hacken ist bereits vor dem Auflaufen der Feldfrucht möglich (Blindhacken).

Die Amazone-Gruppe geht mit dem niederländischen Start-up AgXeed B.V. eine strategische Partnerschaft ein. Ziel dieser Zusammenarbeit ist die Weiterentwicklung der Amazone - Anbaugeräte für einen autonomen Feldeinsatz [4]. Die autonomen Traktoren der AgBot-Baureihe sind mit Radfahrwerken und 55 kW oder mit Raupenfahrwerk und 115 kW Motorleistung erhältlich. Der AgBot mit Raupenfahrwerk wurde in Verbindung mit Amazone Bodenbearbeitungs- und Sätechnik in den letzten Jahren intensiv getestet, **Bild 1**. Weitere mögliche Kombinationen sind AgBot mit 4-Radfahrwerk mit Schmotzer Hacktechnik zur mechanischen Unkrautbekämpfung sowie Frontbehältern für Saatgut und/oder granulierten Dünger oder für flüssige Pflanzenschutzmittel oder Dünger.

Eine autonome Antriebseinheit mit einem 170 kW dieselelektrischen Antrieb entwickelten die Unternehmen Krone und Lemken [6]. Ziel dieser Entwicklungskooperation ist es, Arbeitsfunktionen aus den Bereichen Grubbern, Pflügen, Säen sowie Mähen, Wenden und Schwaden für den autonomen Betrieb hinsichtlich der Qualität des Arbeitsergebnisses zu optimieren. Das

Trägerfahrzeug wird seit 2021 im Praxiseinsatz u.a. in Verbindung mit einer achtreihigen Azurit Einzelkornsämaschine von Lemken getestet.



**Bild 1:** AgBot mit Fronttank FTender, Kreiselegge und Einzelkornsämaschine Precea [7]

**Figure 1:** AgBot with front hopper FTender, power harrow and precision planter Precea [7]

### Drill- und Breitsaat

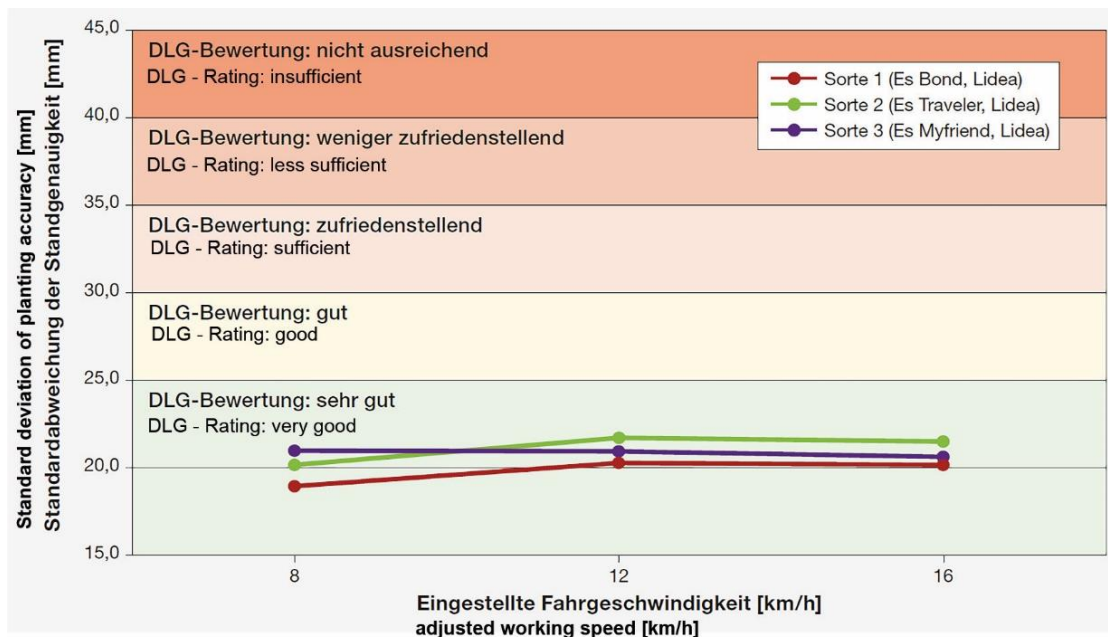
Müthing entwickelte ein System zur Zwischenfruchtaussaat ohne Bodenbearbeitung, das die Erntereste der Vorfrucht mit einem Schlegelrotor aufnimmt und zerkleinert [8]. Eine verstellbare Gegenschneide realisiert neben der Einstellung der Schnittlänge auch eine Sogwirkung, um sämtliche Erntereste von der Bodenoberfläche abzusaugen. Das Saatgut wird auf die entstandene freie Bodenoberfläche im Breitsaatverfahren abgelegt und anschließend vom zerkleinerten organischen Material bedeckt. Eine nachlaufende Prismenwalze sorgt für Bodenschluss und übernimmt die Tiefenführung der Maschine. Die Deckschicht aus zerkleinertem organischem Material schützt die Zwischenfrucht vor Verdunstung und Erosion im frühen Entwicklungsstadium.

Väderstad optimierte die 2022 in [9] vorgestellte Universaleinzelkornsämaschine Proceed für die Aussaat weiterer Fruchtarten und stellte Ergebnisse eigener Feldversuche in Deutschland und England vor [10]. An drei deutschen Standorten erreichte mit Proceed gesäter Winterweizen bei halbiertem Saatstärke vergleichbare Erträge wie betriebsüblich gedrillte Bestände mit normaler Saatstärke. Hybridweizen erreichte 10,9 t/ha Kornertrag bei einer Saatstärke von 80 Körnern/m<sup>2</sup>.

Fronttanks werden seit einigen Jahren intensiv weiterentwickelt [11]. Kverneland stellt eine Maschine mit Kunststofftank und optionalem integriertem Reifenpacker vor [12]. Amazone bietet eine komplette Baureihe für Flüssigdünger sowie für Saatgut oder granulierten Dünger an [7]. Pöttinger entwickelte eine flexibel konfigurierbare Baureihe zur Ausbringung von Dünger und Zwischenfrüchten [13]. Die Maschinen arbeiten mit Drucktanks, um große Fördermengen und -wege zu ermöglichen. Je nach gewünschter Arbeitsbreite und den zu applizierenden Stoffen können ein oder zwei Dosiersysteme montiert werden. Alle hier vorgestellten Neuentwicklungen lassen sich mittels ISOBUS steuern. Damit sind sie in die Gesamtkombination mit Bodenbearbeitungs- und/oder Sämaschine integrierbar und für teilflächenspezifische Anwendungen geeignet. Dies gilt auch für die exakten Anschlüsse von Saat- und Düngerapplikation am Vorgewende.

## Einzelkornsaat

Der seit 2015 zum John Deere- Konzern gehörende französische Spezialist für Einzelkornsätechnik Monosem entwickelte das von John Deere 2015 vorgestellte ExactEmerge- Säsystem weiter [14]. Die Ergebnisse einer Funktionsprüfung der achtreihigen ValoTerra Ultimate sowie des Säaggregates mit Mais veröffentlichte die DLG in den Prüfberichten Nr. 7266 und 7267 [15;16]. Im Labortest zeigte sich eine geringfügige Verschlechterung der Ablagegenauigkeit mit wachsender Fahrgeschwindigkeit. Alle gemessenen Werte liegen gemäß DLG-Bewertungsschema bei Geschwindigkeiten zwischen 8 und 16 km/h im sehr guten Bereich. Der Anteil der Doppel- und Fehlstellen ist mit wenigen Ausnahmen "sehr niedrig", die restlichen Bewertungen lauten "niedrig". Die Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit zeigt **Bild 2**.

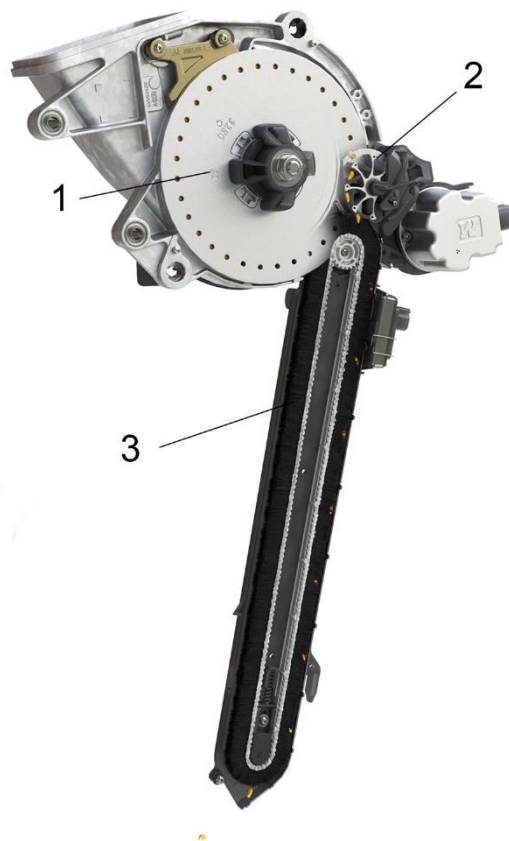


**Bild 2:** Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit von drei Maissorten [15]

**Figure 2:** Field test results of planting accuracy of three corn varieties [15]

Erstmals wurde die Homogenität des Maisbestandes in der frühen Jugendentwicklung in einem DLG - Prüfverfahren ermittelt und im Prüfbericht dokumentiert. Die Messung beinhaltet die Bestimmung des Variationskoeffizienten der Pflanzenhöhe der Maispflanzen im Dreiblattstadium (EC13).

Die ValoTerra Ultimate vereinzelt das Saatgut mittels Unterdruck und elektrisch (56 V - System) angetriebenen Vereinzlungsscheiben (1, **Bild 3**) [17]. Ein Übergaberad (2) übernimmt die vereinzelt Körner in speziell geformte Zellen. Jede Zelle verfügt über eine Klappe, die das Korn an ein Bürstenband (3) übergibt. Das Bürstenband transportiert die Körner nach unten zur Furche und legt sie hinter einem Furchenformer ab. Diese Technologie gleicht die Abwurfgeschwindigkeit der vereinzelt Körner an die Fahrgeschwindigkeit an und verbessert die Ablagegenauigkeit durch reduziertes Verrollen in Längsrichtung.

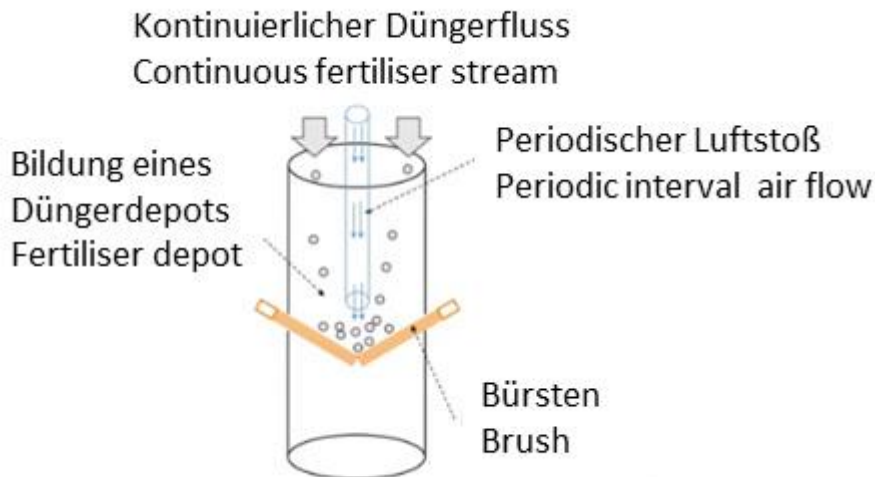


**Bild 3:** Vereinzlungssystem ValoTerra Ultimate (Monosem): 1-Vereinzlungsscheibe; 2-Übergaberad; 3-Bürstenband [17]

**Figure 3:** Singulation system ValoTerra Ultimate (Monosem): 1-Singulation disc; 2-cellular loading wheel; 3-Brush belt [17]

Rauch und CulTec stellen eine Tiefendepotdüngungsmaschine vor, die den Stickstoffbedarf von Mais für die gesamte Vegetationsperiode in 10 - 20 cm Tiefe in ein schlauchförmiges Depot appliziert [18]. Geringe Bodenbewegungen und ein dichter Abschluss des Depots reduzieren Ammoniakemissionen und Auswaschungen nach Starkregen signifikant. Ertragssteigerungen von 6 % bei um 15 - 20 % reduzierter Stickstoffgabe wurden im Rahmen des Forschungsprojektes Innov.AR nachgewiesen.

Kverneland stellt für die pneumatische Einzelkornsämaschine Optima SX das punktgenaue Düngerapplikationssystem Pudama vor, **Bild 4**. Der vom Zellenraddosierer erzeugte kontinuierliche Düngerfluss wird durch eine Bürstenmembran zunächst zu einem Depotvorrat gesammelt, bis ein Luftstoß die Bürstenmembran öffnet. Dieser Prozess gibt das Düngerdepot frei und schießt es nach unten in die Furche. Das System ist für Frequenzen bis 25 Hz ausgelegt, das entspricht bei 75 cm Reihenabstand und 13,3 cm Kornabstand einer Geschwindigkeit von 12 km/h. 2023 wird die Nullserie in mehreren Ländern getestet [19]. Die Anwendung des Systems ermöglicht die Reduzierung des DAP - Düngereinsatzes bei der Maisaussaat um 25 % ohne Ertragsdepressionen [20].



**Bild 4:** Pudama Schussdüse mit Bürstenmembran [19]

**Figure 4:** Pudama shooting nozzle with brush membrane [19]

Die Einzelreihenabschaltung für Saatgut, Dünger und Mikrogranulat stellte Amazone für die Einzelkornsämaschine Precea vor [7]. Dieses System ist sowohl in Verbindung mit dem Heckdüngerbehälter als auch mit dem Fronttank verfügbar.

Die Echtzeitüberwachung der Düngerdosierung durch ein integriertes Wiegesystem am Düngerbehälter ist bei Scheibendüngerstreuern bereits Stand der Technik. Amazone bietet diese Technologie jetzt auch für die Einzelkornsämaschine Precea an [7].

Precision Planting LLC entwickelte modulare Furchenräumer für Einzelkornsämaschinen, die am Rahmenrohr montiert werden. Die mit einem Tiefenführungsrad ausgestatteten Module arbeiten hinsichtlich Tiefenführung und Auflagedruck unabhängig von den Säreihen [21].

### Forschungsergebnisse

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) fördert 14 "Digitale Experimentierfelder" in Deutschland, um digitale Techniken für Pflanzenbau und Tierhaltung zu erforschen und deren Praxistauglichkeit zu testen. Die Projekte laufen von 2019 bis 2023, die Fördersumme beträgt etwa 50 Mio € [22]. Das Projekt "Experimentierfeld Agro - NordWest" untersucht u.a. herstellerübergreifende Verfahrensketten im Bereich der Zuckerrübenproduktion [23]. Bereits zur Aussaat werden Aspekte berücksichtigt, die bei der Ernte wichtig werden, z.B. die Planung der Spuren und Ausschlusszonen für Ackermieten mittels FMIS.

Die Auswirkungen der teilflächenspezifischen Maisaussaat mit angepasster Saatstärke auf Ertrag und Qualität untersuchte ein Forscherteam in Österreich [24]. Im Ergebnis zweijähriger mehrortiger Versuche zeigte sich, dass die teilflächenspezifische Maisaussaat eine Möglichkeit der Ertragsstabilisierung in Trockenphasen ist. Die Versuche werden fortgesetzt.

Ein Säaggregat zur Maisaussaat in Verbindung mit einem autonomen Roboter entwickelte ein Team der Universität Hohenheim [25]. Die Ergebnisse erster Feldversuche zeigten eine hohe Arbeits- und Einbettungsqualität von Saatgut und Dünger. Die ursprünglich für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten entwickelten Kernkomponenten der Firmen Horsch und Lehner sind nach den vorliegenden Ergebnissen auch sehr gut für den Einsatz mit Feldrobotern bei niedrigeren Geschwindigkeiten geeignet.

Den Einfluss der Sätiefe von Mais auf die Homogenität in der frühen Jugendentwicklung und den Ertrag untersuchte ein Team der University of Columbia mittels drohnengestützter Bildanalyse [26]. Vier Sätiefen im Bereich von 3,8 - 7,6 cm wurden untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Homogenität der Jugendentwicklung allein keinen gesicherten Zusammenhang mit dem Ertrag ergibt. Die Einbeziehung verschiedener Vegetationsindizes verbessert die Genauigkeit der Ertragsschätzung.

Chinesische Ingenieur\*innen entwickelten eine Maschine für die Aussaat von Winterweizen im Strip-Till Verfahren als Winterfrucht auf Nassreisflächen im Yagtse - Becken [27]. Das Maschinenkonzept berücksichtigt die hohe Bodenfeuchtigkeit der teilweise schweren Lehmböden sowie das Handling großer Mengen organischer Rückstände (Reisstroh) an der Bodenoberfläche von bis zu 8 t/ha. Dreijährige Praxiseinsätze zeigten eine deutliche Steigerung von Ertrag und Nettogewinn im Vergleich zur bisher eingesetzten Technik.

Ein System zur punktgenauen Düngerapplikation bei der Maisaussaat entwickelten Mitarbeitende der China Agricultural University in Peking [28]. Die Portionierung des granulierten Düngers erfolgt mit einem Malteserkreuzgetriebe (Geneva - mechanism). Erste Feldversuche mit einer Düngerapplikation in zwei Horizonten (punktuell mit 2,5 g Dünger je Saatkorn in 8-10 cm Tiefe und Bandapplikation mit 500 kg/ha in 16 - 20 cm Tiefe) ergaben leichte Vorteile bei Pflanzenentwicklung und Ertrag gegenüber der herkömmlichen Bandablage des Düngers. Alle Unterschiede waren nicht signifikant.

Ein Team derselben Universität entwickelte und testete eine Sämaschine zur Weizenaussaat, die das Saatgut mit einem propellerartig geformten Flügelrad portioniert, beschleunigt und mit einer Geschwindigkeit > 30 m/s direkt in den Boden schießt [29]. Die Saatbettbereitung erfolgte mit einer Kreiselegge. Die erreichte Arbeitsqualität einschließlich einer mittleren Sätiefe von 34,6 mm erfüllt nach Autorenangaben die Anforderungen für den Einsatz der Technik zur Winterweizenaussaat in Nordchina.

Im Rahmen eines vom US - Landwirtschaftsministerium finanzierten Projektes zum Multi-Robot Farming on Marginal, Highly Sloped Land entwickelten Wissenschaftler der Kansas State University ein Schneckendosiergerät für die Weizenaussaat mit kleinen Robotern [30]. Labortests nach ISO 7256-2 und ASABE - Prüfrichtlinien ergaben für verschiedene Dosiermengen, Drehzahlen, Hangneigungen und äußere Erschütterungen Variationskoeffizienten der Dosiermenge im Bereich zwischen 2 und 8 %.

Die Kenntnis der genauen morphologischen Daten von Saatgut ist für eine optimale Gestaltung verschiedener Prozesse und Baugruppen z. B. für die Dosierung und Förderung in Sämaschinen von großer Bedeutung. Ein automatisches Messsystem für Größe und Kontur ver-

schiedener Saatgüter wurde am Department for Computer Science der Kansas State University entwickelt und mit Weizen- und Sojakörnern getestet [31]. Das System verwendet zwei orthogonal zueinander positionierte Kameras sowie eine durch einen Schrittmotor angetriebene drehbare Saatgutaufnahmevorrichtung. Ein als 3D-Rekonstruktion bezeichnetes Verfahren zerlegt die gemessenen Saatgutkonturen in ellipsoide Teilkörper und berechnet daraus das Gesamtvolumen des Saatkorns. Das System zeigte eine deutlich höhere Genauigkeit des gemessenen Volumens gegenüber zwei ähnlichen, bisher verwendeten Messverfahren.

Wie in den vergangenen Jahren gibt es mehrere Veröffentlichungen zur Weiterentwicklung von Maschinen zur Aussaat und zum Pflanzen von Reis [32-35].

Eine weitere weltweit bedeutende und in mehreren Projekten untersuchte Feldfrucht ist Baumwolle. Hierzu gibt es neue Veröffentlichungen zu physikalischen Eigenschaften des Saatgutes [36] und zur Aussaat in vorgeformten Rinnen unter Mulchsaatbedingungen [37].

### **Zusammenfassung**

Erste vollautomatische Roboter zur Aussaat und Bestandspflege arbeiten in landwirtschaftlichen Betrieben im regulären Produktionsprozess. Weitere Sätechnikhersteller wie Amazone und Lemken engagieren sich aktiv bei der Weiterentwicklung autonomer Antriebssysteme - sowohl durch Firmenbeteiligungen als auch durch eigene technische Neuentwicklungen.

Der Beitrag präsentiert eine Kombination zur wasserschonenden Zwischenfruchtaussaat im Breitsaatverfahren unter Nutzung der Pflanzenrückstände aus der Vorfrucht. Der Einsatz einer Universaleinzelkornsämaschine bei der Weizenaussaat ermöglicht hohe Erträge auch bei reduzierter Saatstärke. Fronttanks sind vielseitig verwendbar und werden von namhaften Herstellern weiter optimiert.

Eine von Monosem/John Deere neu entwickelte pneumatische Einzelkornsämaschine übernimmt das Förderprinzip mittels Bürstenband für exakte Kornplatzierung bei hohen Geschwindigkeiten bis 16 km/h. Die DLG prüfte erstmals die Homogenität des Feldaufgangs bei Mais. Die punktgenaue Düngerapplikation bei der Maisaussaat ist marktreif und kommt 2023 erstmals in einer limitierten Maschinenzahl auf den Markt. Rauch entwickelte eine Maschine zur Tiefendepotdüngung in Reihenkulturen, die eine Reduktion des Stickstoffeinsatzes ermöglicht. Technische Weiterentwicklungen betreffen die Einzelreihenabschaltung für alle zu applizierenden Stoffe, den Einsatz eines integrierten Wiegesystems am Düngerbehälter sowie modulare Furchenräumer.

Forschungsergebnisse beinhalten die Anwendung digitaler Technologien beim Zuckerrübenanbau, die Auswirkungen teilflächenspezifischer Maisaussaat in Österreich, die Optimierung eines Maissäaggregates für die Anwendung mit autonomen Antrieben, den Einfluss der Sätiefe von Mais auf die Homogenität in der frühen Jugendentwicklung und den Ertrag, eine Maschine für die Aussaat von Winterweizen im Strip-Till Verfahren auf Nassreisflächen, ein System zur punktgenauen Düngerapplikation bei der Maisaussaat, eine Sämaschine zur Weizenaussaat, die das Saatgut in das Saatbett schießt, ein Schneckendosiergerät für die Weizenaussaat mit kleinen Robotern und ein automatisches Labormesssystem für Größe und



Kontur verschiedener Saatgüter. Weitere Forschungsergebnisse betreffen die Weiterentwicklung von Maschinen zur Aussaat und zum Pflanzen von Reis sowie physikalische Eigenschaften und neue Anbauverfahren von Baumwolle.

### Literatur

- [1] Paetow, H.: Ukraine-Krieg – Hubertus Paetow zu den neuen Zielkonflikten in der Agrarpolitik. DLG Mitgliedernewsletter, 14/22, DLG, Frankfurt am Main 08.04.2022, URL: <https://www.dlg.org/de/mitgliedschaft/newsletter-archiv/2022/14/ukraine-krieg>, Zugriff am: 24.01.2023.
- [2] Rebhann, N.: Fehlendes Personal schränkt Auftragsannahme ein. DLG Mitgliedernewsletter, 29/2022, DLG, Frankfurt am Main 22.07.2022, URL: <https://www.dlg.org/de/mitgliedschaft/newsletter-archiv/2022/29/fehlendes-personal-schraenkt-auftragsannahme-ein>, Zugriff am: 24.01.2023.
- [3] Lenge, R.: Mehrheitsbeteiligung an fortschrittlichen Batterieunternehmen Kreisell Electric. Deere & Company, Moline, Illinois 14.12.2021, URL: <https://www.deere.de/de/unser-unternehmen/news-und-medien/pressemeldungen/2021/dezember/batterieunternehmen-kreisel.html>, Zugriff am: 24.01.2023.
- [4] N.N.: Amazone beteiligt sich am Start-up AgXeed. Amazonen-Werke H. Dreyer SE & Co. KG, URL: <https://amazone.de/de-de/service-support/fuer-medien/pressemeldungen/aktuell/amazone-beteiligt-sich-am-start-up-agxeed-1092004>, Zugriff am: 02. 01. 2023.
- [5] Tuborg, N.: FarmDroid FD20 – Neuheitenanmeldung zum Agritechnica Innovation Award 2022. FarmDroid ApS, 2021.
- [6] Schulze Ising, A.: Fahrerlos auf Wiese und Acker – Hersteller präsentieren Konzeptstudie „Combined Powers“, konzipiert als Ergänzung zu bewährten Arbeitsprozessen - Antriebsfahrzeug und Anbaugerät bilden autonome Einheit. eilbote (2022) H. 12, S. 16-17.
- [7] Lummer, B.: Sätechnikneuheiten 2022. E-Mail, 05.12.2022.
- [8] Glitz, E.: Müthing CoverSeeder – Neuheitenanmeldung zum Agritechnica Innovation Award 2022. Müthing GmbH Co. KG, Soest 2021.
- [9] Meinel, T.: Sätechnik. In: Jahrbuch Agrartechnik, Braunschweig 2022, S. 132-143.
- [10] Ektander, V.: Väderstad Proceed – Neuheitenanmeldung zum Agritechnica Innovation Award 2022. Väderstad AB, Väderstad 2021.
- [11] Meinel, T.: Sätechnik. In: Jahrbuch Agrartechnik, Braunschweig 2021, S. 104-114.
- [12] N.N.: F-drill – front hopper. Kverneland Group, 01.09.2022, URL: <https://download.kvernelandgroup.com/Media/Images/f-drill-range>, Zugriff am: 23.01.2023.
- [13] Steibl, I.: Breites Einsatzspektrum mit AMICO F Fronttank – Weit und viel fördern. Pöttinger Landtechnik GmbH, Grieskirchen 2022.

- [14] Boutonnet, E.; Cattoni, F.: Precision planting from 2 to 18km/h with new ValoTerra Ultimate – Seed planting: innovative addition to ValoTerra range by Monosem. Monosem, Largeasse 6. November 2022.
- [15] Schuchmann, G.: DLG-Prüfbericht 7266 8-reihiges Maissäegerät ValoTerra Ultimate mit ASG – mit Mineraldüngersystem FertiSmart zur Unterfußdüngung. DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt 2022, URL: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/pruefberichte/aussenwirtschaft/test-monosem-8-reihiges-maissaegeraet-valoterra-ultimate-mit-asg>, Zugriff am: 10. 01. 2023.
- [16] Schuchmann, G.: DLG-Prüfbericht 7267 Monosem Säaggregat ValoTerra Ultimate – mit ASG (Active Seed Guidance). DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt 2022, URL: <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/tests/pruefberichte/aussenwirtschaft/test-monosem-saeaggregat-valoterra-ultimate>, Zugriff am: 10. 01. 2023.
- [17] Kübler, S.: Unterlagen Sätechnikneuheiten 2022. Email, 23.11.2022.
- [18] Hille, J.: RAUCH DeePot 32.1. Email, 30.11.2022.
- [19] Schanzenbach, V.: Optima SX Pudama – 0 - series 2023. Kverneland Group Soest GmbH, Soest Dezember 2022.
- [20] Bouten, M.; Meinel, T.; Kath-Petersen, W.: Effekte einer punktuellen Düngerapplikation in Mais. Landtechnik 75 (2020) H. 4, S. 206-216.
- [21] Feucht, A.: Reveal – Neuheitenanmeldung zum Agritechnica Innovation Award 2022. Precision Planting LLC, Tremont, IL, USA 2021.
- [22] N.N.: Informationen zu Digitalen Experimentierfeldern. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html>, Zugriff am: 23.01.2023.
- [23] Everwandt, R.; Ruckelshausen, A.: Experimentierfeld Agro-Nordwest – Schwerpunkte. Agrotech Valley Forum e. V., URL: <https://www.agro-nordwest.de/schwerpunkte/>, Zugriff am: 23.01.2023.
- [24] Butzenlechner, F.; Ettliger, A.; Gansberger, M.; Prankl, P.; Müllner, A.: Effects of site-specific corn sowing on yield and quality in different climatic regions in Austria. AgEng-LAND.TECHNIK - 2022, 22.-23. November 2022, Berlin. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): 80th International Conference on Agricultural Engineering, VDI-Berichte, Bd. 2406, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2022, ISBN: 978-3-18-102406-5, S. 555-560.
- [25] Griepentrog, H. W.; Stana, A.: Concept and performance of an autonomous precision seeder for grain crops. AgEng-LAND.TECHNIK - 2022, 22.-23. November 2022, Berlin. In: VDI Wissensforum GmbH (Hrsg.): 80th International Conference on Agricultural Engineering, VDI-Berichte, Bd. 2406, Düsseldorf: VDI Verlag GmbH 2022, ISBN: 978-3-18-102406-5, S. 561-566.

- [26] Vong, C. N.; Conway, L. S.; Zhou, J.; Kitchen, N. R.; Sudduth, K. A.: Corn Emergence Uniformity at Different Planting Depths and Yield Estimation Using UAV Imagery. 2022 ASABE Annual International Meeting, ASABE, Houston, Texas July 17 - 20, 2022.
- [27] Li, C.; Tang, Y.; McHugh, A. D.; Wu, X.; Liu, M.; Li, M.; Xiong, T.; Ling, D.; Tang, Q.; Liao, M.; Du, S.; Zhu, J.; Huang, Y.: Development and performance evaluation of a wetresistant strip-till seeder for sowing wheat following rice. *Biosystems Engineering* (2022) H. 220, S. 146-158.
- [28] Du, X.; Liu, C.; Jiang, M.; Yuan, H.: Design and development of fertilizer point-applied device in root-zone. *Applied Engineering in Agriculture* 38 (2022) H. 3, S. 559-571.
- [29] Wang, Y.; Li, H.; He, J.; Wang, Q.; Lu, C.; Liu, P.; Yang, Q.; Wang, C.; He, D.: Experiments and performance evaluation of a new wheat seed shooting device for the north china plain. *Journal of the ASABE* 65 (2022) H. 1, S. 97-112.
- [30] Badgujar, C. M.; Wu, H.; Flippo, D.; Brokesh, E.: Design, fabrication, and experimental investigation of screw auger type feed mechanism for a robotic wheat drill. *Journal of the ASABE* 65 (2022) H. 2, S. 1333-1342.
- [31] Zhao, K.; Margapuri, V.; Neilsen, M.: Automated Phenotyping of Single Seeds using a Novel Volume Sculpting Framework. ASABE Meeting Presentation, ASABE, Houston, Texas 17.-20. Juli 2022.
- [32] Chen, J.; Zhang, Z.; Li, Y.; Guan, Z.; Tang, X.: Research on following suction and discharging motion control method of vacuum-vibration precision seeding manipulator. *Applied Engineering in Agriculture* 38 (2022) H. 6, S. 873-883.
- [33] Gang, M. S.; Kim, H. J.; Jeon, C. W.; Yun, C.: Design and testing of headland turning algorithms based on transition distance prediction for autonomous rice transplanter. *Journal of the ASABE* 65 (2022) H. 6, S. 1277-1291.
- [34] Zhou, M.; Yang, J.; Yin, J.; Wang, Z.: Design method and experimental study of a rice transplanting mechanism with three planting arms constrained by differential noncircular gear trains. *Journal of the ASABE* 65 (2022) H. 2, S. 221-233.
- [35] Saha, C. K.; Sarkar, S.; Alam, M. M.: Synchronized paddy cultivation using mechanical rice transplanting technology in Bangladesh. 2022 ASABE Annual International Meeting, ASABE, Houston, Texas 17.-20. Juli 2022.
- [36] Bridges, C.; McClurkin Moore, J.: Some physical properties of Aflatoxin inoculated cottonseed. *Journal of the ASABE* 65 (2022) H. 3, S. 655-664.
- [37] Way, T. R.; Kornecki, T. S.; Tewolde, H.; Watts, D. B.: Soil rut effects on planter performance for cotton in a conservation tillage system. *Applied Engineering in Agriculture* 38 (2022) H. 6, S. 951-959.

### 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 09.02.2023

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2022. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2023. S. 1-12

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<https://doi.org/10.24355/dbbs.084-202301130828-0>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<https://www.jahrbuch-agrartechnik.de/artikelansicht/jahrbuch-2022/chapter/saetechnik.html>

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