

Qualitätsüberwachung und Automatisierung in der Einzelkornsaat

Valentin Gresch¹, Martin Heinold², Martin Kremmer³ und Christian Waibel⁴

Abstract: Diese Arbeit beschreibt ein ganzheitliches Qualitätssystem für die Einzelkornsaat. Alle agronomisch relevanten Qualitätsparameter werden hierbei prozesstechnisch mittels Sensorik überwacht. Zusätzlich sorgen Automatisierungslösungen für eine konstante Tiefenführung, eine exakte Vereinzelnung sowie eine Optimierung des Standraums. In Kombination mit einem Vorgewendemanagementsystem wird die Einzelkornsaat umfassend automatisiert. Der Fahrer kann sich auf die Prozessüberwachung konzentrieren. Das entwickelte Qualitätssystem wurde auf der achtreihigen ExactEmergeTM Sämaschine 1725NT umgesetzt und evaluiert.

Keywords: Einzelkornsaat, Qualitätssystem, Prozessüberwachung, Automatisierung

1 Zielsetzung

In den letzten Jahren hat in der Einzelkornsaat ein Trend zu höheren Flächenleistungen durch gesteigerte Aussaatgeschwindigkeit eingesetzt. Damit steigen die Anforderungen an Vereinzelnungsgeschwindigkeit, Saatgutablage sowie Tiefenführung des Säaggregats. Auch nimmt, insbesondere bei kleinen Schlägen, die Anzahl der Wendevorgänge pro Zeit und somit die Belastung des Fahrers zu. Zielsetzung der hier vorgestellten Entwicklungsarbeit war es, ein System zu schaffen, welches durch weitgehende Automatisierung der Einzelkornsaat sowie durch eine lückenlose Überwachung der Prozesskette die Arbeitsqualität auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten sicherstellt.

2 Sensorbasierte Prozessüberwachung

Bei der Einzelkornsaat handelt es sich um einen mehrstufigen Prozess zur Vereinzelnung und Ablage von Saatgut in eine Furche. Abbildung 1 zeigt die einzelnen Prozessschritte sowie die relevanten Prozessgrößen. Das entwickelte Qualitätssicherungssystem umfasst die benötigte Sensorik sowie die notwendige Hardware- und Softwarearchitektur um eine vollständige Überwachung des Prozessablaufes zu gewährleisten.

¹ John Deere GmbH & Co. KG, Straßburger Allee 3, 67657 Kaiserslautern, GreschValentin@JohnDeere.com

² John Deere GmbH & Co. KG, John-Deere-Straße 70, 68163 Mannheim, HeinoldMartin@JohnDeere.com

³ John Deere GmbH & Co. KG, Straßburger Allee 3, 67657 Kaiserslautern, KremmerMartin@JohnDeere.com

⁴ John Deere GmbH & Co. KG, Straßburger Allee 3, 67657 Kaiserslautern, WaibelChristian@JohnDeere.com

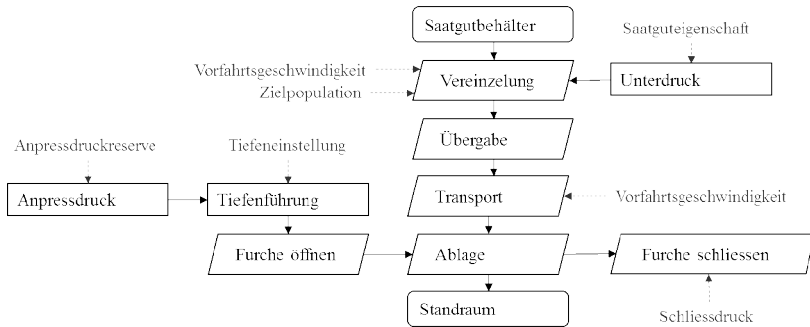


Abb. 1: Prozessschritte und -parameter der Einzelkornsaat

2.1 Sensorik

Über einen Radarsensor wird die Vorfahrtsgeschwindigkeit als wichtiger Prozessparameter erfasst. Die Zielpopulation wird durch den Benutzer über ein Display vorgegeben. Drucksensoren messen den Unterdruck für den Vereinzelungsmechanismus. Nach der Übergabe des Saatguts von dem Vereinzelungsmechanismus an das Transportsystem, im vorliegenden Fall ein Bürstenband, wird mittels reflektivem Sensor das Saatgut erfasst. Dadurch wird die Arbeitsqualität des Vereinzelungsmechanismus überprüft. Eventuelle Fehlstellen, Doppelstellen sowie Variation im Saatgutabstand werden erkannt. Da der Transport des Saatguts über ein Bürstenband erfolgt, ändert sich der relative Abstand der einzelnen Saatkörner zwischen Sensor und Furche nicht. Auch wird die Geschwindigkeit dieses Transportbandes der Vorfahrtsgeschwindigkeit der Säeinheit angepasst. Durch diese Adaption der Transportgeschwindigkeit wird die horizontale Relativgeschwindigkeit zwischen Saatgut und Boden bei Austritt aus dem Bürstenband eliminiert und die Ablage in die Furche erfolgt präzise. Zur prozesstechnischen Gewährleistung einer definierten Ablagetiefe wird der Anpressdruck des Säggregats über einen pneumatischen Balgzylinder geregelt (vgl. Kapitel 3.1).

2.2 Systemarchitektur

Ein auf der Säeinheit angebrachtes Steuergerät erfasst und verarbeitet die in Kapitel 2.1 beschriebenen Sensorsignale. Das Steuergerät beinhaltet zusätzlich die Leistungselektronik für die beiden Elektromotoren welche den Vereinzelungsmechanismus bzw. das Bürstenband antreiben. Die Steuergeräte der Säggregate sind über einen privaten Bus mit einer zentralen Steuereinheit verbunden. Diese ist über den ISOBUS mit dem Zugfahrzeug gekoppelt. Alle Einstellungen und Steuerbefehle des Bedieners werden via ISOBUS an die Sämaschine kommuniziert. Ebenfalls werden die Prozessparameter zur Qualitätsüberwachung an eine Bedienerschnittstelle in der Traktorkabine (z.B.: John Deere 2630 Display) übertragen. Hochauflösende Sensorsignale werden zur Überwachung und Dokumentation des Aussaatprozesses über einen Gateway an ein sich in der

Fahrerkabine befindendes Tablet übertragen. Eine App (SeedStar™ Mobile) visualisiert die Daten und dient gleichzeitig als Schnittstelle zur Cloud.

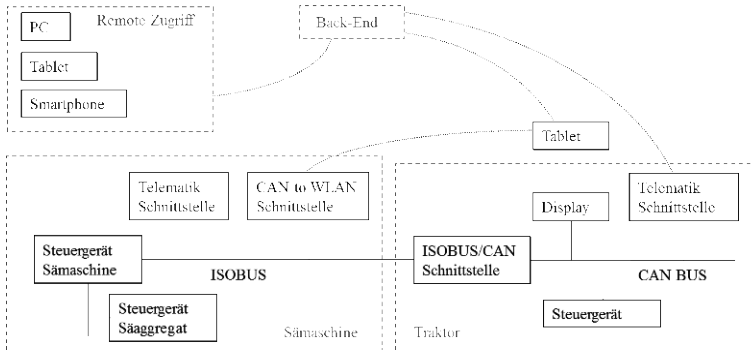


Abb. 2: Systemarchitektur des Systems zur Qualitätsüberwachung

Somit wurde ein System geschaffen, welches die vollständige Prozessüberwachung der Einzelkornsaat aus der Kabine ermöglicht. Dabei werden die zur Steuerung und Regelung notwendigen Signale sowie alle relevanten Qualitätsparameter durch die ISOBUS Kommunikationsstruktur übermittelt. Die Integration eines Tablet Computers mit WLAN und Mobilfunktechnologie ergänzt die bisherige Infrastruktur auf der Maschine zur erweiterten Prozessüberwachung und Dokumentation.

3 Prozessunterstützung durch Automatisierung

3.1 Aktive Anpressdruckregelung und Unterdruckautomatisierung

Viele Teilprozesse der Aussaat lassen sich durch Automatisierungslösungen optimieren. Dabei wird sowohl der Fahrer entlastet als auch die Prozessqualität erhöht. Um bei hohen Arbeitsgeschwindigkeiten eine konstante Tiefenablage zu gewährleisten ist ein aktives Anpressdruckregelsystem unabdingbar. Durch inhomogene Bodenbeschaffenheit ändern sich insbesondere die Kräfte, welche notwendig sind um Düngerschar und Furchenöffner in eingestellter Tiefe durch den Boden zu bewegen. Auf der 1725NT Sämaschine wurde deshalb eine aktive Regelung über pneumatische Balgzylinder realisiert. Dabei wird die vom Bediener vorgegebene Anpressdruckreserve automatisch eingestellt und bei Bedarf der pneumatische Druck nachgeregelt.

Die Vereinzelung geschieht bei der 1725NT Sämaschine mittels Unterdruck. Dabei ist es wichtig, einen definierten Unterdruck konstant aufrecht zu halten. Bei der entwickelten Automatisierungslösung regelt das Steuergerät der Sämaschine den hydraulischen Durchfluss seitens Traktor. Damit wird über einen hydraulisch betriebenen Lüfter auf der Sämaschine ein konstanter Unterdruck für die Vereinzelung ermöglicht.

3.2 Kurvenkompensation zur Standraumoptimierung

Eine weitere Neuentwicklung ist die Kurvenkompensation der Saatgutpopulation. Das Erreichen der Zielpopulation in jeder Reihe ist wichtig, um der Pflanze den optimalen Standraum zu gewährleisten und das volle Ertragspotenzial ausnutzen zu können. Bei gekrümmten Bahnen ist dies mit herkömmlichen Einzelkornsämaschinen nicht möglich. Dabei entsteht eine Abweichung zwischen vorgegebenem und tatsächlichem Saatgutabstand. Durch die entwickelte Kurvenkompensation wird die oben beschriebene Abweichung eliminiert. Mittels Drehratensensor wird die Drehbewegung der Sämaschine erfasst. Basierend auf den individuellen Vorfahrtsgeschwindigkeiten werden von den Steuereinheiten der Säaggregate die Geschwindigkeiten für Vereinzelmehrschneidwerk und Bürstenband jeder einzelnen Reiheneinheit berechnet und geregelt. Somit wird eine gleichmäßige Aussaat in Kurvenfahrten ermöglicht.

4 Schlussfolgerung und Diskussion

Um die Arbeitsqualität von Einzelkornsämaschinen bezüglich aller agronomisch relevanten Parameter zu überwachen ist eine umfangreiche Instrumentierung des Arbeitsgeräts notwendig. In dem diskutierten Qualitätsmanagementsystem werden die Sensorsignale auf unterschiedlichen, sich jedoch ergänzenden Ebenen verarbeitet und übertragen. Die Grundlage bildet dabei die bekannte Infrastruktur aus privaten CAN Bussen auf Traktor und Anbaugerät sowie dem ISOBUS als Schnittstelle zwischen Traktor und Sämaschine. Diese Architektur wird ergänzt durch die drahtlose Kommunikation zwischen Sämaschine und Traktor mittels Gateway und Tablet Computer. Es genügt jedoch nicht, sich auf die reine Instrumentierung und Anzeige der erfassten Qualitätsparameter zu beschränken. Um dem Bediener die Möglichkeit zu geben, sich auf die Qualitätsüberwachung zu konzentrieren, ist eine umfangreiche Automatisierung einzelner Arbeitsschritte notwendig. Hierzu tragen die hier erwähnten Automatisierungslösungen Anpressdruckregelung, Unterdruckautomatisierung und Kurvenkompensation wesentlich bei. Ebenfalls von Bedeutung ist die Automatisierung von Arbeitsschritten am Vorgebende, welche durch Vorgebende-Managementsysteme (z.B. John Deere iTECTM Pro) realisiert wird.

Literaturverzeichnis

- [BR01] Braunhardt, K. et al.: Precise Planting of Corn in North America – Technical Advancements and Agronomic Benefit. In (DLG-Verlag) VDI/MEG-Tagung Landtechnik für Profis, S. 83-93, 2015.
- [KR01] Kremmer, M.; Gresch, V.; Braunhardt, K.: ExactEmergeTM – Integrated High Performance Corn Planting Solution. In (VDI Verlag) Land.Technik AgEng 2015, S. 147-152, 2015.