

Stefan Böttinger, Hohenheim

Elektronik am Mähdrescher

Die Anforderungen an die Bedienung von Mähdreschern bleiben trotz umfassender Einführung weiterer elektronischer Überwachungs- und Bediensysteme hoch. Auf der VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2007 und der Agritechnica wurden die neuesten Entwicklungen von Herstellern und Forschungseinrichtungen zur Unterstützung der Fahrer und zur Verbesserung der Maschinenauslastung vorgestellt.

Assistenzsysteme in Mähdreschern erleichtern dem Bediener die Überwachung und Einstellung der Maschine. Der ungebrochene Leistungszuwachs der Maschinen und die Distanz zu den Arbeitsprozessen durch den Komfort der Kabinen halten die Anforderungen an die Bediener aber weiter hoch. Bei fast allen angebotenen Modellen werden von den Herstellern Displays mit grafisch gestalteten Anzeigen eingesetzt. Dadurch lässt sich die Informationsflut für den Bediener reduzieren und die relevanten Daten kontextsensitiv anzeigen. Daneben sind je nach Hersteller weitere Anzeigen im Panel, in der A-Säule, über der Windschutzscheibe im Kabinendach oder in weiteren zusätzlichen Terminals integriert.

Anzeige- und Bediensysteme



Mit Einführung der ersten grafischen Displays vor beinahe 20 Jahren [1] konnten die Anzeige- und Bedieneinrichtungen in den Maschinen grundlegend überarbeitet werden. Die Kabinen präsentierten sich aufge-

Bild 1: John Deere Anzeige und Bedieneinrichtung am Mähdrescher S690i (Werkbild)

Fig. 1: John Deere display and control unit for combine harvester S690i (courtesy of John Deere)

Prof. Dr.-Ing. Stefan Böttinger ist Leiter des Fachgebiets Grundlagen der Agrartechnik am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Stuttgart; e-mail: Boettinger@uni-hohenheim.de

Schlüsselwörter

Mähdrescher, Elektronik, Überwachungs- und Bediensysteme

Keywords

Combine harvester, electronics, monitoring and control systems

Literatur

Literaturhinweise LT 08108 werden bei Bedarf von der Redaktion zugeschickt.

räumt und weitere Funktionen ließen sich in diese neuen Anzeige- und Bedienkonzepte integrieren. Verbesserte und ergonomischere Multifunktionsgriffe ermöglichten eine erhöhte Anzahl der mit ihnen zu steuernden Funktionen [2]. Wachsende Anforderungen aus den Bereichen Maschinenüberwachung und -steuerung, Betriebsmanagement und präziser Landbau erfordern zusätzliche Anzeigen und Bedienmöglichkeiten. Nicht immer können diese sinnvoll in die bestehenden Systeme integriert werden, sondern ergänzen diese zum Beispiel durch weitere Displays und Tasten. Eine aktuell am Institut für Agrartechnik in Hohenheim durchgeführte Analyse und Bewertung von Anzeige- und Bediensystemen im Mähdrescher weist auf deren teilweise notwendige Überarbei-

tung und Bereinigung hin. Die Hersteller nutzen bei Modellwechsel die anstehende Überarbeitung von Kabinen, um die Anzeige- und Bedienkonzepte zu verbessern.

John Deere behält in dem überarbeiteten Mähdrescher S690i den Anzeigebereich in der A-Säule bei. In drei Anzeigen werden dort Körnerverluste und Überkehrbelastung, Schneidwerks- und Haspelsteuerung sowie konfigurierbare Fahrgeschwindigkeit, Drehzahlen und Einstellungen der wichtigsten Aggregate dargestellt. Die automatische Einstellung auf die unterschiedlichen Druschfrüchte ist nun in das am Panel angebaute Display „Command Center“ integriert (Bild 1). Die Bedienung dieses Displays erfolgt über fünf Funktionstasten direkt oberhalb der Anzeige sowie über Inkrementalgeber und ein Tastenfeld mit vier Funktionstasten im Panel. Mit dem Inkrementalgeber wechselt man zwischen den aktiven Feldern des Displays und kann auch Werte eingeben und verstellen. Die Funktionstasten dienen zum Bestätigen, zum Abbruch, zum Aufruf eines Untermenüs und dem Wechsel der Bedienung zum optionalen zweiten grafischen Display am Kabinenhimmel oberhalb der A-Säule. In diesem zweiten Display ist Anzeige und Bedienung von Funktionen für „Precision Farming“ und die automatische Lenkung enthalten. Im Panel sind 15 weitere Tasten und noch freie Felder für optionale und zukünftige Funktionen untergebracht.

Für die neue Mähdrescher-Baureihe Tucano hat Claas das Anzeige- und Bediensystem „Cebis“ überarbeitet. Beibehalten wurde die Bedienung über ein Tastenfeld mit Cursor-tasten, Tasten für Bestätigung, Abbruch, Plus- und Minus sowie für eine kontextsensitive Hilfefunktion. Der Direktzugriff auf wichtige Anzeige- und Bedienfunktionen über einen Drehschalter mit zwölf Stellungen wurde überarbeitet. Die Beschriftungen am Schalter entfallen und werden dafür bei Betätigung im Display angezeigt. Konsequenz werden alle relevanten Anzeigen auf einem Display konzentriert und möglichst nur kontextsensitiv angezeigt. Die Überarbeitung der Grafik und der Einsatz von Farbe fördern die Übersichtlichkeit.

Sensoren

Bei allen Herstellern ist die Messung und Kartierung von Ertrag und Feuchte Stand der

Technik. Die Belastung der Trenn- und Reinigungseinrichtungen wird über sogenannte Verlustsensoren erfasst, die aber ein guter Indikator für Änderungen im Ernteprozess sind. Überkehrsensoren erfassen die Menge der Überkehr, ohne weitere Aussagen über ihre Zusammensetzung machen zu können. Von New Holland wurde ein System zur Erfassung des Bruchkorns und der Reinheit der Körner neu vorgestellt. In der gemeinsamen Entwicklung mit der Universität Leuven, Belgien, wird hierzu der Bypass für die Feuchtemessung am Kornelevator genutzt. Zusätzlich zum Feuchtesensor ist ein Sichtfenster für eine monochromatische Kamera und eine Beleuchtungseinrichtung integriert. Durch LEDs mit ausgewählten Wellenlängen wird die Gutprobe sequentiell beleuchtet. Die bei verschiedenen Wellenlängen aufgenommenen Bilder ermöglichen nach einer Verrechnung eine gute Unterscheidung zwischen Getreidekörnern, Bruchkorn und Verunreinigungen. Das Ergebnis soll dem Fahrer als Prozentwert angezeigt werden und ihn bei der manuellen Optimierung der Maschineneinstellung unterstützen [3].

Regelsysteme

Über das bisherige Angebot an Durchsatzregleinrichtungen für Mähdrescher durch Anpassung der Fahrgeschwindigkeit an die unterschiedlich erfasste Belastung der Gesamtmaschine ist bereits berichtet worden [4]. Neu hinzugekommen ist das ebenfalls von der Universität Leuven, Belgien, für New Holland entwickelte Durchsatzregelsystem. Hier wird das Antriebsmoment für Schneidwerk und Schrägförderer als Belastungssignal verwendet. Die Kraft auf die Spannrolle des gemeinsamen Antriebsriemens wird über einen Biegebalken erfasst. Umfassende Kalibriermessungen eliminieren Schwankungen beim Nullpunkt durch sich verändernde rein mechanische Belastungen wie Reibung oder sich ändernde Kettenspannung am Einzug. Auch ein Schneidwerkwechsel ist durch entsprechende Kalibrierung möglich. Veröffentlichte Messschriebe zeigen die Praxistauglichkeit auch dieses Durchsatzreglers.

Wie bei der Claas 3D-Reinigung wird nun auch bei New Holland ein Hangausgleich der Reinigungsanlage durch überlagerte Querschwingungen am Siebkasten erreicht. Bei Claas erfolgt die Ansteuerung der Querschwingung durch ein hydraulisch senkrecht gehaltenes Pendel und einen dadurch verschobenen Anlenkpunkt einer Schwinde. New Holland verschiebt den Anlenkpunkt durch ein elektromotorisch betätigtes Gestänge. Die Größe der Querschwingung wird neben der Hangneigung zusätzlich von der



Bild 2: Claas Anzeige und Bedieneinrichtung am Mähdrescher Tucano (Werkbild)

Fig. 2: Claas display and control unit for combine harvester Tucano (courtesy of Claas)

eingestellten Gebläsedrehzahl beeinflusst, um so laut Hersteller auch die Dichte des zu reinigenden Gutes mit zu berücksichtigen.

Teleservice

Die günstigste Ausnutzung der Maschinen wird durch den Einsatz von elektronischen Systemen ermöglicht. Zusätzlicher Aufwand ist nötig, um Ausfallzeiten der Mähdrescher zu reduzieren und die verfügbaren Erntestunden zu nutzen. Teleservice ermöglicht einerseits die Aufzeichnung von Maschinendaten und deren Übertragung zu einem zentralen Server. Von dort aus stehen diese Daten zur Analyse des Einsatzes und der Einstellungen der Maschine per Internetanbindung zur Verfügung. Anhand von Leistungsschrieben können mehrere Maschinen im Einsatz miteinander verglichen werden. Die Überlagerung der Maschinenpositionen auf weltweit verfügbares Kartenmaterial etwa von Google Earth visualisiert den Einsatzort. Teleservice ermöglicht zudem auch die Anbindung einer Maschine an ein Diagnosesystem, um online den Maschinenzustand aus der Ferne zu untersuchen [6]. Daraus ergeben sich verlässliche Schadensanalysen und kurze Stillstandszeiten für eventuell notwendige Reparaturen. Diese Teleservicesysteme finden hohe Akzeptanz in Regionen mit großen Strukturen. Dort ist der Überblick für den Maschinenbetreiber über die aktuellen Einsatzbedingungen schwierig. Im Servicefall können Wegezeiten durch gute Ferndiagnose des Schadens auf ein Minimum reduziert werden.

Grundlegende Elektronikstruktur

Mitte der 90er Jahre des vorherigen Jahrhunderts hat der Einsatz von CAN-Bus Systemen auf Mähdreschern begonnen. Der Umfang dieser anfänglich häufig nur für eine Baureihe konzipierten Systeme ist rasant gewachsen. Die Grenzen dieser Systeme bezüglich Buslast (Anzahl der Nachrichten auf dem Bus), Prozessorleistung, Anzahl der CAN-Knoten und der Kosten wurden bald erreicht. So vervielfachte sich beispielswei-

se bei einer Mähdrescherbaureihe innerhalb von 15 Jahren die Anzahl der elektronischen Controller (ECU) bei sicherlich ebenfalls gesteigerter Leistung je Controller [7]. Die Entwickler waren gezwungen, die Struktur der Systeme grundlegend zu überarbeiten und für alle Baureihen eines Herstellers auszurichten. So können heute unter anderem durch die Wiederverwendung von funktionalen Komponenten in verschiedenen Baureihen Kosten eingespart und für den Bediener die Benutzerführung auf verschiedenen Maschinen vereinheitlicht werden. Die Wiederverwendung von Soft- und Hardwarekomponenten lässt sich durch eine Strukturierung des Elektronikentwicklungsprozesses erreichen. Der Einsatz von Standardsoftware für Betriebssysteme, Treiber und Kommunikationsprotokolle sowie von Software-Entwicklungswerkzeugen ermöglicht die einmalige Entwicklung von Softwarefunktionen und deren mehrmaligen Einsatz in verschiedenen Terminals oder Controllern.

Fazit

Elektronikeinsatz auf Landmaschinen ist seit längerem selbstverständlich geworden. Die grundlegende Überarbeitung bestehender Systeme ist bereits abgeschlossen. Kontinuierlich ergeben sich neue Anwendungen und Einsatzgebiete. Solange die Komplexität für Hersteller, Vertrieb und Service überschaubar bleibt und sich ein Kostenvorteil ergibt, und solange der funktionale Nutzen für den Bediener einfach zu erreichen ist, wird sich die Entwicklung weiter fortsetzen. Erste übergreifende Regelsysteme an Mähdreschern, die Größen verschiedener Aggregate in der Maschine für eine Durchsatzregelung berücksichtigen, haben sich bereits im Markt bewährt. Die Optimierung der Maschineneinstellung bleibt eine große Herausforderung. Bisher wird der Bediener nur über Prozessgrößen wie Durchsatz, Verluste, Reinheit und Körnerbruch informiert. Die Änderung der Maschineneinstellung bleibt ihm noch selbst überlassen.

Literatur

- [1] *Böttinger, S.*: Neue Informations- und Regelsysteme am Mähdrescher. Landtechnik 44 (1989), H. 6, S. 212-214
- [2] *Böttinger, S.*: Informations- und Regelsysteme am Mähdrescher, Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. Landtechnik 55 (2000), SH, S. 96-98
- [3] *Wallays, C., W. Saeys and J. De Baerdemaeker.* Material other than grain and broken grain sensor for combine harvesters. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2007, Hannover, VDI-Berichte Nr. 2001, pp. 373-378
- [4] *Böttinger, S., und P. Wacker.* Aktuelle Entwicklungen und Stand der Mähdruschtechnik. Landtechnik 61 (2006), H. 4, S. 202-203
- [5] *Coen, T., B. Missotten and J. De Baerdemaeker.* Feed rate control on a combine harvester. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2007, Hannover, VDI-Berichte Nr. 2001, pp. 379-385
- [6] *Hammacher, H.*: Telematics – Maximum combine capacity over the whole season. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2007, Hannover, VDI-Berichte Nr. 2001, pp. 387-391
- [7] *Hieronymus, P.*: Development of an electronic concept for harvesting machinery and tractors. VDI-MEG Tagung Landtechnik AgEng 2007, Hannover, VDI-Berichte Nr. 2001, pp. 303-308