

Stefan Böttinger, Bielefeld, und Albert Stoll, Hohenheim

Informations- und Regelsysteme an Mähdreschern und Feldhäckslern

Elektronische Informations- und Regelsysteme haben sich in der Landtechnik durchgesetzt. Die Hersteller präsentieren mit jedem neuen Modelljahrgang die weitere Automatisierung bestehender Funktionen. Und mit Hilfe der Elektronik werden neue Funktionalitäten realisiert, die vorher überhaupt nicht möglich waren. Herausforderung ist hierbei weiterhin die Sicherstellung des Maschineneinsatzes durch Vermeidung von Ausfällen, hervorgerufen durch Defekte im Bereich der Elektrik und Elektronik.

Dr.-Ing. Stefan Böttinger ist Entwicklungsleiter bei der Fa. Agrocom GmbH & Co. Agrarsystem KG, Bielefeld, und war 1986 bis 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Grundlagen der Agrartechnik (Leiter Prof. Dr.-Ing. H.D. Kutzbach), Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim. Dipl.-Ing. Albert Stoll war 1998 bis 2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter an diesem Lehrstuhl und ist in der Entwicklung bei der Linde AG, Aschaffenburg, tätig.
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. H.D. Kutzbach zum 65. Geburtstag gewidmet

Schlüsselwörter

Mähdrescher, Feldhäckslern, Informations- und Regelsysteme

Keywords

Combine harvester, forage harvester, information and control systems

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 05225 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/fliteratur.htm> abrufbar.

Zur Information des Fahrers über den Betriebszustand der Maschine sind elektrische und elektronische Einrichtungen zur Selbstverständlichkeit geworden. Die Korndurchsatzmessung, meist in Kombination mit einer Kornfeuchtemessung, ist auf Großmähdreschern schon sehr stark verbreitet. In Kombination mit der Überkehrbelastung und der Überkehrzusammensetzung werden zunehmend Informationen für eine umfassendere Beurteilung und Optimierung der Dresch- und Trennprozesse verfügbar.

Für Feldhäckslern setzen sich Durchsatzmessenrichtungen nur langsam durch. Alternativen zur Messung der Auslenkung der Vorpresswalzen befinden sich in der Entwicklung [3, 4, 5]. Die agrarpolitischen Fördermaßnahmen von Biogasanlagen regen die Nachfrage für die Ertragsmessung und -kartierung an. Das über eine Schnittstelle zur Verfügung gestellte Durchsatzsignal kann auch für eine angepasste Dosierung von Siliermittel verwendet werden. Die zur Bestimmung der Trockenmasse nötige Feuchtemessenrichtungen sind noch nicht für die Feuchte- und Durchsatzbereiche kostengünstig verfügbar. Zur Bestimmung des Proteingehalts des Ernteguts wird bei Mähdreschern der Einsatz der NIR-Technik noch entwickelt [6].

An das HMI (Human Machine Interface) insbesondere von Erntemaschinen werden hohe Anforderungen gestellt. Die Maschinen werden nur über einen geringen Zeitraum hinweg eingesetzt und die Fahrer sollen sich nicht jedes Jahr erneut auf die Bedienung neu einstellen müssen. Dies wird durch eine intuitive, logische und durchgängige Bedienphilosophie erleichtert und durch die herstellerunabhängige Farbkodierung wichtiger Bedienfunktionen (Rot: Abschalten des Motors; Orange: Änderung der Vorfahrtgeschwindigkeit; Gelb: Aktivieren von Aggregaten) unterstützt [7].

Die einzelnen Hersteller verfolgen unterschiedliche Anzeige- und Bedienphilosophien. Jedes dieser Systeme stellt einen Kompromiss zwischen der Komplexität der Maschine, der Informationsmenge und dem Wunsch nach einer einfachen und übersichtlichen Bedienung dar [8].

Automatisierung von Teilfunktionen

Eine Übersicht über den Stand der Automatisierungstechnik für Mähdrescher ist in Bild 1 dargestellt.

Hervorzuheben ist die Erweiterung der Palette von Lenkautomaten durch GPS-gestützte Systeme. Der GPS Pilot von Claas

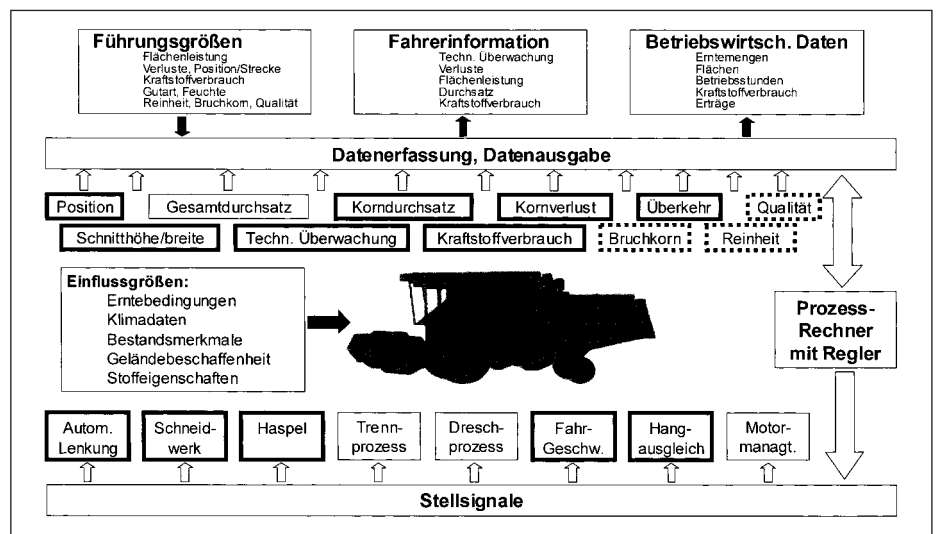


Bild 1: Regelungstechnik am Mähdrescher. Stark umrandet: Stand 2005

Fig. 1: Control systems on combine harvesters. Bold border: status 2005

	Claas	John Deere	CNH	Krone	Forschungsarbeiten
Antriebsquelle Dieselmotor	Elektronisches Motormanagement				
	Drehzahleinstellung für Ernte Drehzahlregelung bei Straßenfahrt	Drehzahleinstellung für Ernte		Automotives Fahren (Geschwindigkeits- und lastabhängige Drehzahlregelung)	
Einzug und Häckselaggregat	Metalldetektor mit Auto-Stopp des Einzuges Schleifen der Häckselmesser von Kabine aus steuerbar und automatische Gegenschneideneinstellung mit Klopfensensoren Quetschwalzen von Fahrerplatz aus einstellbar Stufenlose Schnittlänge von Kabine aus vorwählbar				
		Positionserkennung des Metalls im Einzug	Drehzahlregelung Häckselaggregat (bei Drehzahlabfall Dieselmotor)		
Auswurftrium	Schwenkautomatik (Seitenwechsel auf Knopfdruck) Zwei Verstellgeschwindigkeiten	Programmierbare Zeit nachdem Turmdrehung schneller wird	Stufenlos einstellbare Drehgeschwindigkeit		TU Braunschweig: Assistenzsystem für Überladevorgang [9]
Fahrtrieb	elektronisch geregelter Fahrtrieb nach erforderlichem Drehmoment	Elektronische, schlupfabhängige Regelung des Ölstroms zwischen beiden Achsen		Parametrierbarer Fahrtrieb mit getrennten Antrieben (vorne/hinten): Beschleunigungsverhalten, Reifengrößen	Uni Hohenheim: Regelung Fahrgeschwindigkeit nach gespeicherter, ortbezogener Leistung und Geschwindigkeit beim Schwaden
Vorsatzgeräte	Auflagedruckregelung Schnitthöhenregelung Speedstar: Schwingungstilgung	Auflagedruckregelung Schnitthöhenregelung Elektrohydraulische Einstellung von zwei Vorsatzdrehzahlen	Stufenlose Einstellung der Vorsatzdrehzahlen	Stufenlose Einstellung der Vorsatzdrehzahlen Pickup: beim Reversieren geht Niederhalter automatisch hoch	
Lenkung	Maistaster Laserpilot für Schwaderkennung	Maistaster			Uni Hohenheim: GPS-Lenkung mit Leitlinienplanung basierend auf Schwadefahrkurs [10, 11]
Bedienkonzept	Multifunktionsgriff in der Armllehne integriert				
	Fahrgeschwindigkeitseinstellung über Fahrhebelauslenkung			Fahrbeschleunigung über Fahrhebelauslenkung	
	Claas Informationssystem CIS: Bildschirm für alle Messgrößen, Warmmeldungen, Maschineneinstellungen Separates Communicator-Terminal für Durchsatzmessung	3 Monitore in rechter A-Säule für alle Messgrößen, Warnungen, Maschineneinstellung, Schalter in Armllehne integriert Separater Greenstar-Monitor für Ertragskartierung	InfoView Monitor: Bildschirm für alle Messgrößen, Warmmeldungen, Maschineneinstellungen	Krone Infoterminal Easytouch: Bildschirm für alle Messgrößen, Warmmeldungen, Maschineneinstellungen	
Informationsgewinnung	Durchsatzermittlung durch Messung der Spaltweite im Einzug				ATB, Uni Bonn, TU München (Weihenstephan) [3, 4, 5]: Durchsatz (Auslenkung Vorpressewalze, radiometrisch, Laserscanner mit Radar, Impuls Wurfkappe), Feuchte, Inhaltsstoffe [6]
	Siliermitteldosierung Durchsatzermittlung	Ertragskartierung			

Tab. 1: Einsatz von Elektronik und Informations- und Regelsystemen auf Feldhäckslern

Table 1: Use of electronics and information and control systems on forage harvesters

und das AutoTrac-System von John Deere steuern die Maschinen in geraden Linien oder Konturen über das Feld.

John Deere bietet für alle Mähdrescher der i-Serien das HarvestSmart System an. Nach Motorauslastung sowie Dreschtrommel- oder Rotorbelastung wird die Vorfahrtgeschwindigkeit geregelt. Zusätzlich kann das Körnerverlustniveau vorgegeben werden. Mit dieser Technik wird wieder ein Schritt in Richtung der Regelung des gesamten Mähdreschers versucht.

Für Feldhäckslern ist in *Tabelle 1* eine Übersicht über den Einsatz von Elektronik und Informations- und Regelsysteme zusammengestellt. Die Steuerung der Schnitthöhe und / oder des Auflagedrucks erfolgt analog zum Mähdrescher. Claas bietet eine aktive Schwingungstilgung des Vorsatzes an. Sie verhindert bei Straßenfahrt das Aufschaukeln der Maschine und erhöht Fahrkomfort und Fahrsicherheit auch bei Geschwindigkeiten von 40 km/h.

Die Bedienung des Auswurftriums wird durch verschiedene Teilautomatiken erleichtert. Assistenzsysteme für den gesamten Überladevorgang befinden sich noch in der Entwicklung [9]. Automatische Lenksysteme für Feldhäckslern werden auf Basis von Tastern für Maisreihen auch für reihenunabhängig arbeitende Maisgebisse angeboten. Für die Lenkung entlang eines Schwades bietet Claas den Laserpilot an, der hierfür mittig unterhalb der Kabine montiert ist. GPS-gestützte automatische Lenksysteme hat noch kein Hersteller im Programm.

Führung des Feldhäckslers mit Satellitennavigation

An der Universität Hohenheim wurde ein automatisches Führungssystem für einen Feldhäckslern entwickelt und untersucht [10]. Die Sollwerte für den Fahrkurs und die Fahrgeschwindigkeit werden in einer virtuellen Leitlinie hinterlegt. Das Führungssystem des Feldhäckslers vergleicht die Daten der Satellitenortung mit der Leitlinie und regelt entsprechend den Lenkwinkel und den Fahrtrieb.

Die virtuelle Leitlinie wird für den Fall der Schwaderte basierend auf den aufgezeichneten Schwadpositionen berechnet [12]. Um die Fahrgeschwindigkeit an den lokalen Ertrag und die Guteigenschaften anzupassen und damit die Maschinenauslastung konstant zu halten, wurden verschiedene Methoden untersucht. Der Leistungsbedarf der Pickup wurde als Kenngröße für die Schwadstärke herangezogen. Die Fahrgeschwindigkeit wurde entsprechend der variierenden Erntebedingungen geregelt. Kleineräumige Variationen in der Schwadstärke konnten jedoch nicht rechtzeitig erkannt werden, so dass Leistungsspitzen auftraten.

Um bereits vor Erreichen einer Schwadposition die Fahrgeschwindigkeit des Feldhäckslers anpassen zu können, wurde aus dem Leistungsbedarf des Schwaders und seiner Fahrgeschwindigkeit eine Häckslernfahrgeschwindigkeit für eine bestimmte Auslastung abgeleitet und mit der Leitlinie verknüpft. Das Führungssystem regelte während der Erntearbeit entsprechend der

Leitlinie die Fahrgeschwindigkeit. Die Vorausberechnung der Soll-Fahrgeschwindigkeit setzte eine definierte Durchsatzkennlinie des Häckslers voraus. Die Kennlinie hängt jedoch stark von den Guteigenschaften ab und diese können sich zwischen Schwadarbeit und Ernten erheblich verändern. Damit war dieses Verfahren zwar in der Lage, die Fahrgeschwindigkeitsvariation anzugeben, jedoch konnten die absoluten Werte nicht zuverlässig vorausgesagt werden. Aus diesem Grund wurde ein kombiniertes Verfahren untersucht. Der Geschwindigkeitsplan aus den Schwaderte Daten wurde mit den aktuellen Leistungsmessungen an der Pickup während der Ernte laufend kalibriert. Damit war eine vorausschauende Fahrgeschwindigkeitsregelung möglich und es konnte besser auf die Erntebedingungen reagiert werden, als dies mit den Einzelsystemen möglich gewesen wäre.

Ausblick

Für die schlag- und teilschlagspezifische Planung, Durchführung und Dokumentation wird die datentechnische Anbindung der Maschinen für Landwirte und Lohnunternehmer immer wichtiger. Der Einsatz von Datenfunk hängt von Funkabdeckung, Zusatzkosten und dem monetären Nutzen durch sofortige und sichere Datenverfügbarkeit ab [12].

Zukünftige Anwendungs- und Einsatzgebiete können anhand der Pkw-Entwicklungen abgeleitet werden. Sprachein- und -ausgabe, aktive haptische Rückmeldungen und Head-Up-Displays sind für PKW bereits erhältlich. Wie schnell dies bei Landmaschinen eingesetzt wird, hängt neben den Kosten auch von dem intuitiv erlernbaren HMI ab.