

CROP-Meter mit technischen Verbesserungen

Unter Berücksichtigung der seit 2004 gemachten Einsatzerfahrungen wurde ein neues CROP-Meter entwickelt, das sich durch zahlreiche technische Verbesserungen auszeichnet. So wurde die Höhenführung neugestaltet durch eine direkte Bodenabtastung, die in Form einer Parallelogrammführung in Kombination mit einer Entlastungsfeder eine präzisere Einhaltung der Höhe des Pendel-Drehpunktes sowie größere Robustheit gegen mechanische Belastungen bewirkt. Durch den Einsatz eines Elektro-Getriebemotors in Verbindung mit einem Zugband kann nun das CROP-Meter von der Fahrerkabine wahlweise in die Transport- oder Arbeitsstellung gebracht werden.

Dr.-Ing. Detlef Ehlert ist Abteilungsleiter der Abteilung Technik im Pflanzenbau am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.; e-mail: dehlert@atb-potsdam.de.
Dipl.-Ing. Peter Jürschik war bei der AGROCOM GmbH & Co. Agrarsysteme KG für die Weiterentwicklung des CROP-Meter verantwortlich.
Dr. agr. Susanne Otter-Nacke ist bei AGROCOM GmbH & Co. Agrarsysteme KG Produktmanager für CROP-Meter.

Schlüsselwörter

Präzisionslandwirtschaft, Pflanzenmassemessung, Sensor, CROP-Meter

Keywords

Precision agriculture, crop mass measurement, sensor, CROP-Meter

Um teilflächenspezifische Bewirtschaftungsmaßnahmen wie Düngung und Pflanzenschutz in Echtzeit durchführen zu können, kommen Sensoren zur Messung von Pflanzenparametern zum Einsatz. Gegenwärtig werden in Deutschland drei Sensoren kommerziell hergestellt und eingesetzt. Diese sind der Yara N-Sensor [1], das MiniVeg N Lasersystem [2] und das CROP-Meter [3].

Nachdem das CROP-Meter zur Agritechnica 2003 erstmalig der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, erfolgte im Frühjahr 2004 seine Markteinführung durch die Firma Agrocom in Bielefeld. Der am ATB entwickelte Sensor arbeitet nach dem Prinzip eines physikalischen Pendels, das beim Durchfahren von Pflanzenbeständen ausgelenkt wird. Der entstehende Auslenkwinkel wird mit Hilfe eines Potentiometers gemessen und ist eng mit der Pflanzenmassedichte korreliert [3]. In den zurückliegenden Jahren konnten umfangreiche Erfahrungen beim Einsatz dieses mechanischen Sensors gemacht werden, die die Grundlage für die Entwicklung eines neuen und verbesserten CROP-Meters bildeten.

Einsatzerfahrungen

Der Praxiseinsatz des CROP-Meter zeigte, dass das Pendel-Messprinzip grundsätzlich geeignet ist, die Pflanzenmasse-dichte in stehenden Halmfruchtbeständen und auch im Raps unter Feldbedingungen funktionssicher zu erfassen. Hinsichtlich der Robustheit zeigte sich, dass der Taststößel 1 zum Abtasten der Bodenoberfläche (Bild 1) in Extremfällen empfindlich gegen eine mechanische Beschädigung ist. Des Weiteren erwiesen sich der Linearantrieb (2) und die für seine Steuerung erforderlichen induktiven Näherungsschalter (3)

als kostenintensiv und potenzielle Störquelle. Von den Nutzern (Landwirte und Lohnunternehmer) wurde zusätzlich gefordert, dass zum Wechseln zwischen Transportstellung und Arbeitsstellung die Fahrerkabine nicht verlassen werden muss.

Das neue CROP-Meter

Da die Funktionssicherheit des Messprinzips unter Feldbedingungen grundsätzlich bestätigt wurde, konzentrierten sich die Untersuchungen auf die Verbesserung der Höhenführung, auf technische Lösungen für den bequemen Wechsel zwischen Arbeitsstellung und Transportstellung sowie auf eine verbesserte Bedienung.

Beim neuen CROP-Meter (Bild 2) wird auf den Linearantrieb zum Spurtiefenausgleich und somit auch auf die induktiven Näherungsschalter plus Verkabelung zur elektromechanischen Höhenregelung verzichtet. An ihrer Stelle wird eine direkte Höhenführung bestehend aus einem Bodentaster (1) und einer Parallelogrammführung (2) verwendet. Um die Auflagekräfte und damit den Verschleiß am Bodentaster sowie Beschädigungen an den Kulturpflanzen zu minimieren, wird eine Zugfeder in Form eines Gummiseils (3) eingesetzt. Das Gummiseil besitzt im Gegensatz zu einer Schraubenfe-

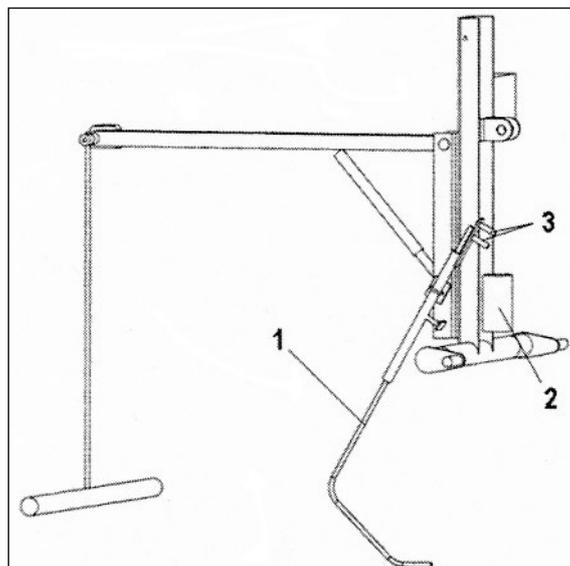


Bild 1: Bisherige Ausführung des CROP-Meters

Fig. 1: Previous configuration of the CROP-Meter

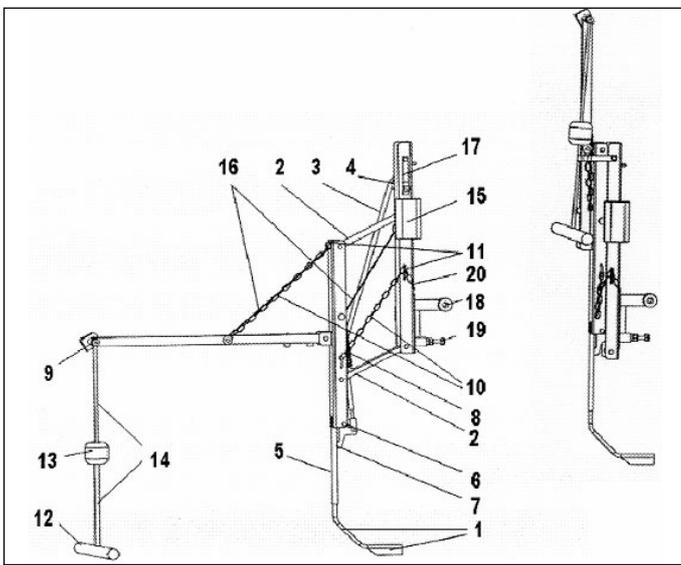


Bild 2: Neues CROP-Meter in Arbeits- und Transportstellung

Fig. 2: New CROP-Meter in working and in transport position

der eine Eigendämpfung für die Schwingungstilgung. Darüber hinaus kann es zum Erzielen einer flachen Federkennlinie sehr lang ausgebildet werden, indem es über eine Rolle (4) umgelenkt wird.

Mit der neu eingesetzten Parallelogrammführung konnte das bei der alten Schiebeführung vorhandene Spiel entscheidend reduziert werden. Alle acht Lagerstellen des oberen und unteren Lenkers werden mit Buchsen aus Lagerbronze ausgeführt, so dass der Wartungsaufwand auf ein Minimum beschränkt werden kann. Auf Grund der Kombination von Entlastungsseil und Parallelogrammführung sowie der gewählten kinematischen Verhältnisse wird erreicht, dass bei großen Spurtiefen und somit nachlassender Entlastungskraft des Gummiseiles eine Entlastungswirkung durch die horizontalen Kräfte am Bodentaster eintritt.

Um abzusichern, dass der Bodentaster sich entsprechend der Fahrtrichtung selbst ausrichtet, ist er in einem Rohr (5) um eine vertikale Achse drehbar gelagert. Zum Vermeiden von Schädigungen durch plötzlich einwirkende extrem hohe Kräfte infolge von großen Steinen, Bodenrinnen oder -wällen ist der Bodentaster zusätzlich um eine horizontale Achse (6) schwenkbar gelagert. Um die während der Vorwärtsfahrt auftretenden Widerstandskräfte zu überwinden, stützt sich der Bodentaster gegen einen Anschlag (7) mit Druckfeder (8) ab, die hinsichtlich ihrer Vorspannkraft einzustellen ist. Bei Rückwärtsfahrt hebt der Bodentaster vom Anschlag ab und schwenkt bei gleichzeitiger Drehbewegung aus, ohne sich in den Boden zu bohren.

Als eine weitere Verbesserung ist mit dem neuen CROP-Meter ein sehr schnelles und flexibles Einstellen der unteren Lage des Bodentasters sowie der Höhe des Pendel-Drehpunktes (9) möglich. Dies wird mit Rundstahlketten (10) erreicht, deren Glieder in eingearbeitete Schlitze (11) eingehängt werden. Weiterhin werden die Pendel-Zusatzmassen zur Wahl des Pendel-Rückstellmomentes nicht mehr im Rohr des Pendels (12)

untergebracht, sondern als eine Zusatzmasse (13). Diese kann in drei unterschiedlichen Abstandsstufen und somit in drei Empfindlichkeitsstufen durch entsprechendes Anordnen von zwei Distanzrohren (14) zum Pendel-Drehpunkt angebracht werden. Um den Sensor besser handhaben zu können (Transport, Montage, Demontage), wurden das Pendelrohr und die Pendelstange von 1000 auf 800 mm verkürzt. Das von den Nutzern geforderte Wechseln zwischen der Transportstellung und der Arbeitsstellung vom Fahrersitz aus wird mit Hilfe eines kleinen Elektro-Getriebemotors (15) erreicht, der in der Fahrzeugelektrik in großen Stückzahlen eingesetzt wird. Seine Antriebswelle ist mit einer Rolle kombiniert, auf die sich ein Band (16) auf- oder abwickelt. Durch zwei weitere Umlenkrollen wird erreicht, dass das am Ausleger befestigte Band das gesamte CROP-Meter mit einem Zug in Arbeits- oder in Transportstellung bringt. Für einen längeren Transportbetrieb und zum Zweck der Montage oder Demontage kann das CROP-Meter mit Hilfe einer mechanischen Transportsicherung (17) zusätzlich verriegelt werden. Das CROP-Meter ist als Gerät für den Traktoren-Frontanbau konzipiert. Infolge der gesteigerten Bodenfreiheit auf mindestens 450 mm in der Transportstellung ist der zusätzliche Hubweg eines Frontkrafthebers nicht mehr erforderlich. Für den Anbau des CROP-Meters an Traktoren, die mit Frontkrafthebern ausgerüstet sind, wird ein angepasster Montage-Adapter eingesetzt, der sich ausschließlich über den Bolzen des Oberlenkers (18) und eine auf Druck belastete Justierschraube (19) zur Einstellung der Sensorneigung abstützt. Mit dieser einfachen Form des Anbaus entfällt das bisher erforderliche ständige Einstellen der unteren Lenker des Krafthebers auf die vorgeschriebene Höhe von 600 mm. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das CROP-Meter sich dichter am Traktor befindet und somit die Parallelogrammführung geringere Ausgleichsbewegungen bei Bodenebenenheiten ausführen muss. Auch im Straßenverkehr

entstehen Vorteile, da das CROP-Meter nicht mehr so weit vor der Motorhaube des Traktors hervorragt. An Traktoren ohne Frontkraftheber kann das CROP-Meter fest installiert werden, indem das hintere U-Profil als universelle Montagefläche (20) genutzt wird.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Mit dem neuen CROP-Meter wird der Landwirtschaft ein kostengünstiger mechanischer Sensor zur Erfassung der Pflanzenmasse-dichte zur Verfügung gestellt, der sich gegenüber der bisherigen Ausführung durch höhere Robustheit, verbesserte Messgenauigkeit und eine erweiterte Funktionalität auszeichnet. Die Robustheit konnte entscheidend gesteigert werden, indem empfindliche mechanische und elektrische Bauteile durch neue Lösungen ersetzt wurden, die hinsichtlich ihrer Bewegungsmöglichkeiten mehr Freiheitsgrade aufweisen und zusätzlich gegen Überlastungen geschützt werden. Durch das Anbringen einer speziellen Gleitkufe aus verschleißfestem Stahl am Bodentaster werden die Standzeit sowie die Instandhaltungseignung deutlich gesteigert. Der Weg zum Ausgleich von Regelspuren konnte durch den Einsatz der Parallelogrammführung auf bis zu 450 mm erhöht werden.

Beim bisherigen Ausgleich der Spurtiefen traten infolge des verwendeten Dreipunktreglers Ungenauigkeiten auf, die aus dem Abstand der induktiven Näherungsschalter, der einprogrammierten Totzeit von 0,5 s zum Vermeiden von Prellerscheinungen und der begrenzten Verstellgeschwindigkeit des Linearantriebes (34 mm s^{-1}) resultierten. Durch die direkte Abtastung der Bodenoberfläche können diese Einflussgrößen zukünftig weitgehend eliminiert werden, so dass die Messgenauigkeit gesteigert wird und das Einsatzspektrum des CROP-Meters sich zu weniger entwickelten Pflanzenbeständen und damit früheren Einsatzterminen hin erweitert.

Mit der Möglichkeit, zwischen Transportstellung und Arbeitsstellung vom Fahrersitz über das ISOBUS-Terminal zu wechseln, werden sowohl Verbesserungen hinsichtlich der Ergonomie als auch eine bessere Ausnutzung der Arbeitszeit erreicht, wovon Lohnunternehmer und Landwirtschaftsbetriebe profitieren werden.

Literatur

- [1] Reusch, S.: N-Sensor AL S® -Funktion und Anwendung. Landtechnik 61 (2006), H. 2, S. 76 - 77
- [2] N.N.: Prospektmaterial der Fa. Fritzmeier Umwelttechnik (www.fritzmeier.com)
- [3] Ehlert, D., und K.H. Dammer: Widescale testing of the CROP-Meter for site-specific farming. Precision Agriculture 7 (2006), pp. 101-115