

Kontinuierliche Durchsatz- und Ertragsermittlung in Erntemaschinen

Stand der Technik

Die Ernte landwirtschaftlicher Kulturen erfolgt heute mit leistungsfähigen Maschinen im meist überbetrieblichen Einsatz. Neben der Arbeiterledigung wird hierdurch auch die Information über die Variation der Erträge innerhalb der Schläge aus den Betrieben herausgenommen. Mit in die Erntemaschinen integrierten Durchsatz- und Ertragsmessgeräten können im Zusammenwirken mit Ortungssystemen die lokale Ertragsermittlung realisiert und damit Informationen über die Ertragsfähigkeit und -struktur der Felder automatisiert gewonnen werden. Diese Dokumentation der Ertragsverhältnisse ist ein erster Schritt zum präzisen Ackerbau.

Dr. Markus Demmel ist Koordinator des Arbeitsbereiches Verfahrenstechnik im Pflanzenbau am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Str. 36, 85354 Freising; e-mail: markus.demmel@lfl.bayern.de

Schlüsselwörter

Durchsatzermittlung, Ertragsermittlung, Mähdrusch, Silagebergung, Hackfruchtternte

Keywords

Mass flow measurement, yield measurement, combine harvesting, forage harvesting, root crop harvesting

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 07SH03 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

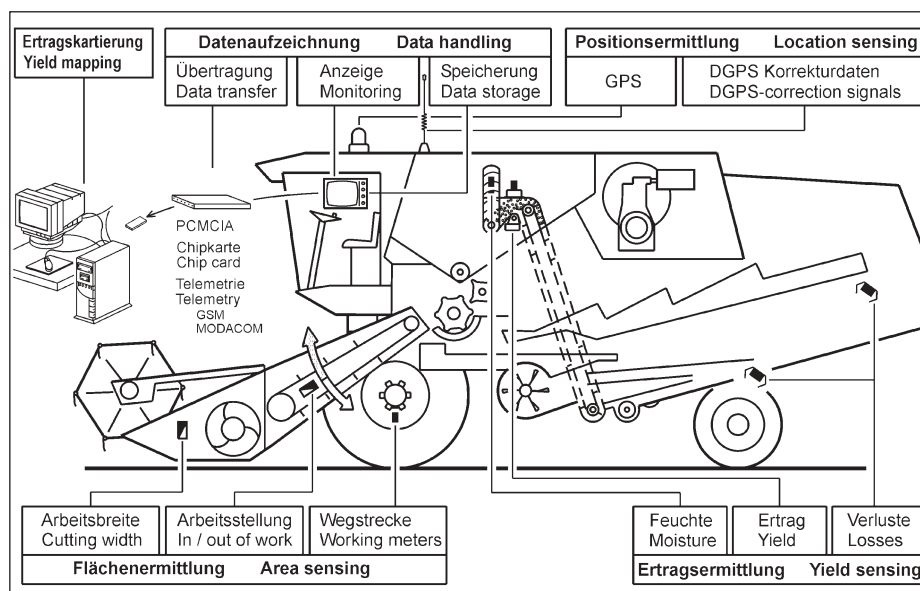


Bild 1: Komponenten für die lokale Ertragsermittlung im Mähdrusch

Fig. 1: Components for local yield detection in combine harvesters

Für die lokale Ertragsermittlung wurden in den vergangenen 20 Jahren an vielen Institutionen weltweit, besonders auch am jetzigen Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik der TU München, Messsysteme entwickelt und evaluiert, die direkt auf den Erntemaschinen kontinuierlich Durchsätze und davon abgeleitet Flächenenerträge bestimmen [1, 2]. Die Kombination mit Ortungssystemen ermöglicht die Georeferenzierung der Informationen. Die für die lokale Ertragsermittlung in Erntemaschinen notwendigen Komponenten sind (Bild 1)

- Durchsatzmessgerät
- Erfassungssystem der Flächenleistung (Arbeitsbreite und Geschwindigkeit)
- Ortungssystem
- Datenauswertungs- und Datenaufzeichnungssystem
- Datentransfer zum Bürorechner

Ertragsermittlung im Mähdrusch

Für die kontinuierliche Durchsatz- und Ertragsermittlung bieten alle Mähdruschhersteller Sensoren an. Sie beruhen auf unterschiedlichen Funktionsprinzipien [3]. Neben volumenstrombasierten Messgeräten (Licht-

schrankenmessprinzip) werden zumeist Systeme, die auf einer Kraft-/Impulsmessung basieren („impact measurement“ mit Prallplatte, „curved plate“ oder Messfinger), sowie ein radiometrisches Messsystem angeboten [4]. Trotz der unterschiedlichen Funktionsprinzipien zeigen mehrjährige und umfangreiche Genauigkeitskontrollen, dass die verschiedenen Messsysteme ein ähnliches Fehlerniveau mit Standardabweichungen der relativen Fehler zwischen 3 und 4 % aufweisen [5].

Die Flächen- und Flächenleistungsermittlung erfolgt über die Messung des Fahrweges und die Eingabe der Arbeitsbreite. Für eine automatisierte Messung der Schnittbreite steht bisher keine funktionsfähige Lösung zur Verfügung [6].

Die Zuordnung von Ertrag und Ort im Feld erfolgt über die Satellitenortung. Es kommen hierbei überwiegend die von der „National Marine Electronics Association NMEA“ standardisierten Datenprotokolle zum Einsatz.

Zur Datenaufzeichnung werden entweder die direkt im Mähdrusch integrierten Elektronikseinheiten zur Maschinenüberwachung und -steuerung benutzt oder es können uni-

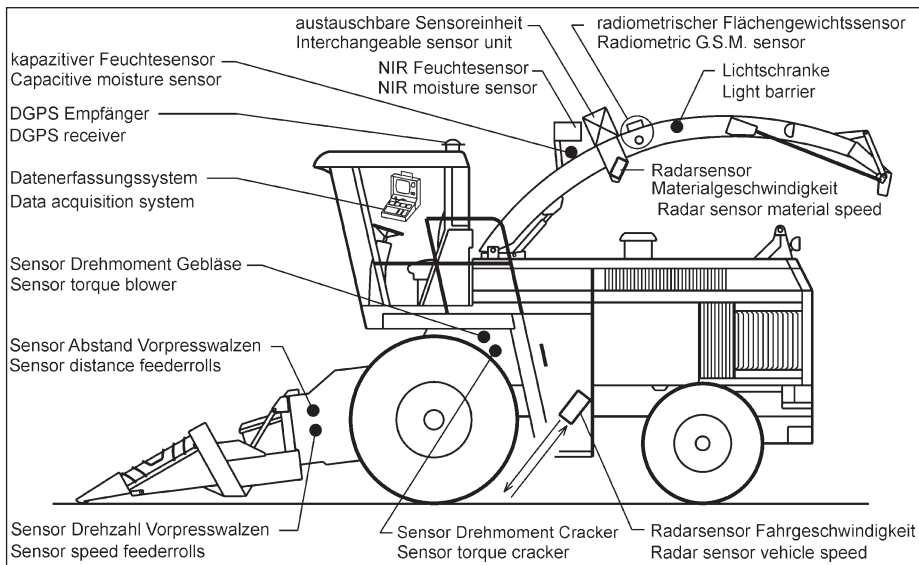


Bild 2: Durchsatz- und Ertragsmesssysteme im selbstfahrenden Feldhäcksler

Fig. 2: Systems for mass flow and yield detection in forage harvesters

versell nutzbare Terminals mit entsprechenden Jobcomputern verwendet werden. Zur Datenspeicherung und -übertragung zum Betriebsrechner werden heute unterschiedliche Speicherkarten eingesetzt.

Schließlich wird zur Erstellung von Ertragskarten noch eine entsprechende Software benötigt. Hier gibt es unterschiedliche Ansätze. Mit den Messsystemen werden zu meist einfache Visualisierungsprogramme ausgeliefert. Daneben existieren auf geographische Informationssysteme aufgebaute anspruchsvolle Analyseprogramme. Zu bedenken ist jedoch, dass derzeit weder Regeln noch Standards bestehen, um georeferenzierte Ertragsmesswerte zu analysieren und zu Ertragskarten zu verrechnen.

Ertragsmesssysteme für Mähdrrescher kosten derzeit inklusive DGPS Empfänger zwischen 4000 und 12000 €. In den Spitzenmodellen der meisten Mähdrrescherhersteller sind sie serienmäßig eingebaut.

Ganz wesentlich für die Ableitung von Ertragszonen ist die Verfügbarkeit von mehrjährigen Ertragsdaten. Da die bei uns typischen Fruchtfolgen aber nicht nur Mähdrschfrüchte umfassen, ist es notwendig, die Ertragsmesstechnik auch für andere Erntemaschinen zur Verfügung zu stellen.

Ertragsermittlung im Feldhäcksler

Da der Silomais nach den Druschfrüchten die flächenmäßig am weitesten verbreitete Kultur ist, wurden unterschiedliche Messsysteme für den selbstfahrenden Feldhäcksler entwickelt und untersucht (Bild 2).

Neben der volumetrischen Durchsatzermittlung über die Auslenkung der Vorpresswalzen [7, 8] wurden Impuls-/Kraftmesssysteme im Auswurfbogen [9] sowie die radiometrische Durchsatzermittlung erfolgreich

erprobt. Die Genauigkeiten der untersuchten Messgeräte liegen im Bereich der Ertragsmesssysteme für Mähdrrescher [9, 10, 11, 12]. Zwei Hersteller von Feldhäckslern bieten (volumetrische) Durchsatz- und Ertragsmesssystem für ihre Maschinen an.

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten an Systemen zur Ertragsermittlung in Rundballenpressen, Quaderballenpressen und Ladewagen [13, 14, 15] führten nicht zu Serienprodukten.

Seit dem Jahr 2000 haben drei Forschergruppen Ergebnisse ihrer Entwicklungen für die Durchsatzermittlung an Mähwerken vorgestellt. Die Messsysteme basieren auf der Bandwaagetechnik und der Kraft- oder der Drehmomentmessung [16, 17, 18].

Ertragsermittlung bei Hackfrüchten

Erste Sensorapplikationen für die Durchsatz- und Ertragsermittlung auf Erntemaschinen für Kartoffeln und Zuckerrüben wurden von 15 Jahren vorgestellt und evaluiert, Nachrüstsysteme hierfür stehen seit etwa zehn Jahren zur Verfügung (Bild 3).

Neben der Verwiegung des gesamten Bunkers kommt überwiegend die Bandwaagetechnik zum Einsatz [19, 20, 21]. Aber auch die Impuls-/Kraftmessung [22] und optische Volumenmesssysteme [23] wurden bereits erfolgreich untersucht. Die Messgenauigkeit ist ähnlich wie im Mähdrrescher, bei unterschiedlicher Verschmutzung des Erntegutes (Steine, Kluten und Erdanhang) wird diese jedoch mit erfasst und verfälscht die Ertragswerte [23, 24, 25, 26, 27, 28].

Ausblick

In Zukunft wird neben der georeferenzierten Ertragsermittlung die lokale Online-Ermittlung der Qualität der Ernteprodukte eine große Bedeutung erlangen. Nur die Verbindung von Menge und Qualität lässt eine gezielte Steuerung der Produktion zu. Für die Ermittlung der Getreidefeuchte (bis 30 % Kornfeuchte) werden hierzu bereits kontinuierlich arbeitende, kostengünstige kapazitive Feuchtemessgeräte eingesetzt [29]. Für höhere Feuchtebereiche, wie auch für die Ermittlung von Inhaltsstoffen (Protein-, Energie-, Ölgehalt), befinden sich Geräte auf Basis der Nah-Infrarot-Spektroskopie (NIR und NIT) für den rauen Feldeinsatz in umfangreichen Kalibrierungs- und Genauigkeitsversuchen und werden bereits von einem Hersteller angeboten [30, 31, 32, 33].

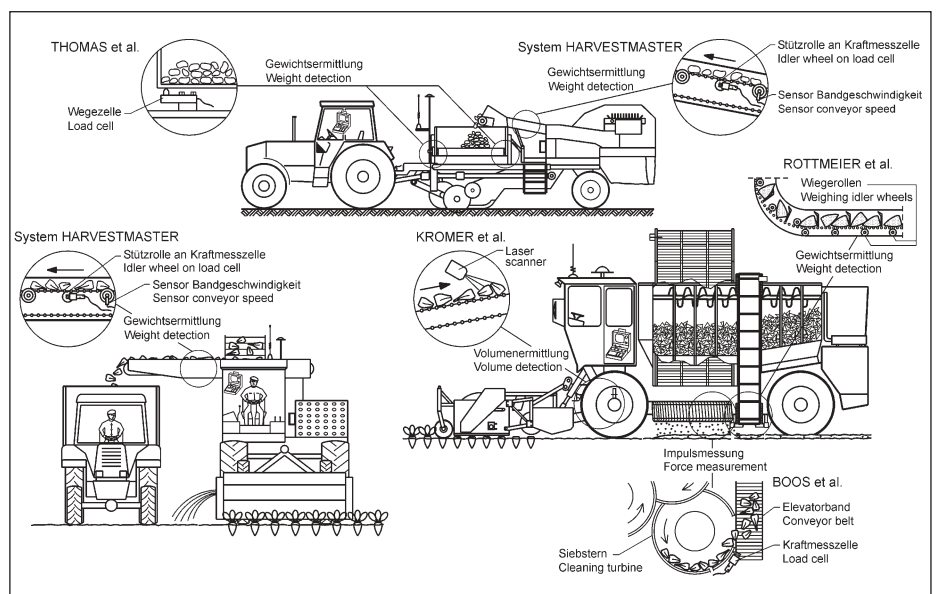


Bild 3: Durchsatz- und Ertragsmesssysteme im Kartoffel- und Zuckerrübenroder

Fig. 3: Systems for mass flow and yield detection in potato and sugar beet harvesters