

Ertragskartierung in selbstfahrenden Feldhäckslern

Feldhäcksler mit Einrichtungen zur Ertragskartierung können einen wichtigen Beitrag zur Erfassung der ortsdifferenzierten Ertragsfähigkeit innerhalb eines Schrages leisten. Durch Messen des Spaltes zwischen Press- und Glattwalze vor der Schneidtrommel kann ein dem momentanen Gutdurchsatz entsprechender Messwert gewonnen werden, der unter Einbeziehen weiterer Größen die Anlage von Ertragskarten ermöglicht. Mit diesem volumetrischen Messprinzip werden Genauigkeiten erreicht, die eine Aussage zur ortsdifferenzierten relativen Ertragsfähigkeit gestatten.

Dr.-Ing. Detlef Ehlert leitet die Abteilung „Technik im Pflanzenbau“ am Institut für Agrartechnik Bornim e. V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam (Wissenschaftlicher Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zaské), e-mail: dehlert@atb-potsdam.de
Für die bei der Versuchsvorbereitung, -durchführung und -auswertung geleisteten Arbeiten gilt der besondere Dank meinen Mitarbeitern Dipl.-Ing. A. Giebel und Dipl.-Ing. H. Schmidt.
Referierter Beitrag der LANDTECHNIK, die Langfassung erscheint in Bd. 5 der Agrartechnischen Forschung, H. 1/99

Schlüsselwörter

Feldhäcksler, Ertragskartierung, Sensor

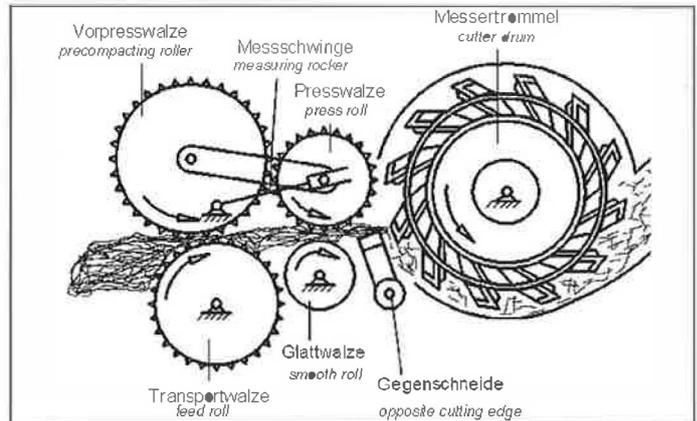
Keywords

Forage harvester, yield mapping, sensor

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 99205 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Bild 1: Prinzip der Spaltweitenmessung im Feldhäcksler

Fig. 1: Principle of feed roller distance measurement in the forage harvester



Zurzeit wird von der Landmaschinenindustrie noch kein Feldhäcksler mit der Möglichkeit der Ertragskartierung auf dem Markt angeboten. Aus dem Bereich der Forschung und Entwicklung sind Lösungsansätze dazu bekannt. Vansichen und De Baeremaeker [1] berichten über Messeinrichtungen zur Ertragskartierung im Feldhäcksler. Es werden die momentanen Durchsätze auf der Grundlage tensiometrischer Drehmomentmessungen am Hauptantrieb und an der Gebläsewelle bestimmt. Auernhammer et al. [2] unterbreiten Vorschläge für Lösungsvarianten der Sensorausstattung zur lokalen Ertragsermittlung und machen Angaben zu auftretenden Fehlern bei Anwendung eines radiometrischen Messprinzips mit zusätzlicher Erfassung der Gutgeschwindigkeit im Auswurfbogen eines selbstfahrenden Feld-

häckslers. Von der Waydbrink [3] führte vergleichende Untersuchungen über vier Messmethoden zur Durchsatzfassung in einem selbstfahrenden Feldhäcksler durch, um eine masseproportionale Siliermitteldosierung zu ermöglichen. Ihle und Dorniß [4] untersuchten Zusammenhänge zwischen mittlerer Pressstranghöhe und Durchsatz bei Feldhäckslern.

Messprinzip

Unter Berücksichtigung der genannten speziellen Anforderungen bei der Ertragskartierung im Feldhäcksler und der Angaben in der Fachliteratur erscheint das Messen des Spaltes zwischen den Presswalzen als akzeptabler Kompromiss zwischen technischem Aufwand und erreichbarer Genauigkeit

Tab. 1: Statistische Angaben zur ortskorrelierten Ertragserfassung im Feldhäcksler

Table 1: Statistics for site-specific yield measurement in forage harvester

Einheiten	Erntemassen dt	Mittlere TM-Gehalte %	Anzahl der Messungen	Regressionsgleichungen \dot{m} in kg/s s in mm	Bestimmtheitsmaße
Angewelltes Gras, Pessin	2830	46,0	98	$\dot{m} = 0,274 s$	B = 0,98
Sommergerste, Golzow	2051	51,3	19	$\dot{m} = 0,378 s$	B = 0,98
Silomais, Pessin	4463	40,3	26	$\dot{m} = 0,395 s$	B = 0,99
Sommergerste, Golzow	2216	44,3	20	$\dot{m} = 0,252 s$	B = 0,88
Silomais, Pessin	5318	32,4	89	$\dot{m} = 0,190 s$	B = 0,46
Sommergerste, Golzow, Schlag 3	1950	58,0	41	$\dot{m} = 0,373 s$	B = 0,64
Sommergerste, Golzow, Schlag 21	346	60,0	9	$\dot{m} = 0,284 s$	B = 0,89

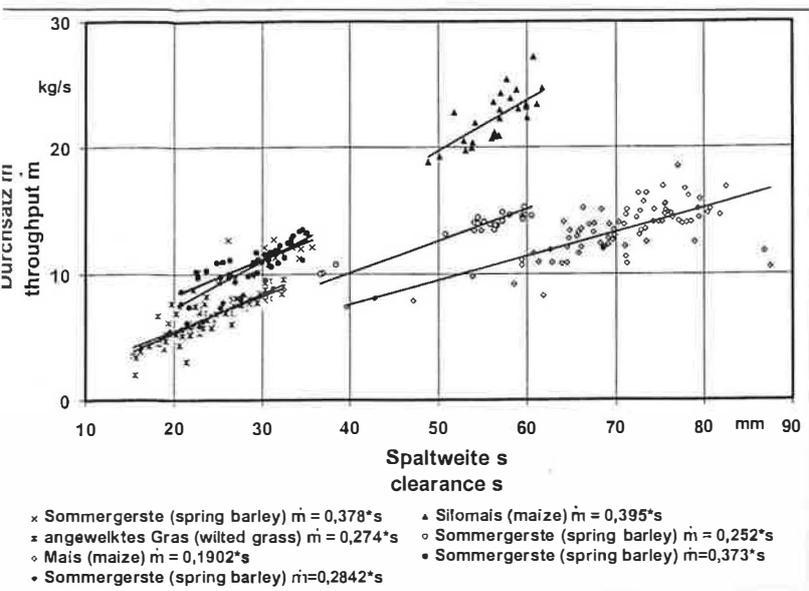


Bild 2: Durchsatz in Abhängigkeit von der Spaltweite

Fig. 2: Throughput depending on feed roller clearance

(Bild 1). Da Feldhäcksler meist den Gutstrom mit Presswalzen verdichten, kann dieses Messprinzip unabhängig vom Häcksler-typ angewendet werden [5].

Neben der Spaltweite wurden die Position auf dem Schlag mit einem DGPS-Satellitenortungssystem, die Drehzahl der Presswalze sowie die Fahrgeschwindigkeit des Feldhäckslers in digitaler Form gemessen. Auf der Grundlage der genannten Messgrößen war es unter Verwendung eines Geographischen Informationssystems (GIS) möglich, Ertragskarten für Halmfütterkulturen anzulegen und statistische Auswertungen vorzunehmen.

Ergebnisse

Mehrjährige Messungen bei den Gutarten angewelktes Gras, Sommergerste und Silomais lieferten den Nachweis eines determinierten Zusammenhangs zwischen der mittleren Schichtdicke, gemessen als Spaltweite zwischen der Presswalze und der Glattwalze, und dem Durchsatz \hat{m} (Tab. 1). Lineare Re-

stimmtheitsmaße von 0,46 bis 0,99 (Tab. 1, Bild 2). Die voneinander abweichenden Anstiege \hat{a} der Geradengleichungen sind auf die unterschiedlichen Trockenmassegehalte und Gutarten sowie Häckslereinstellungen zurückzuführen.

Halmgut weist bei abweichenden Trockenmassegehalten sehr unterschiedliche Lager- und Pressdichten auf. Infolge des Messprinzips würde bei trockenem Gut zu viel und bei feuchtem Gut zu wenig Frischmasse (FM) ausgewiesen werden. Dieses lässt sich durch die 1996 beim Häckseln von Sommergerste durchgeführten Untersuchungen belegen. Zur Kalibrierung der Ertragsmessenrichtung wurde die Anzeige des Terminals nach acht Anhängern gehäckselter Gerste kalibriert. Ein Vergleich der an den Folgetagen auf dem Terminal abgelesenen Werte der geernteten Massen mit den durch Wägung ermittelten Werten ergab eine zunehmende Abweichung. Durch Nachkalibrieren auf der Grundlage aller vorher durchgeführten Messungen und der damit verbundenen Korrektur wurde deutlich, dass durch das Terminal

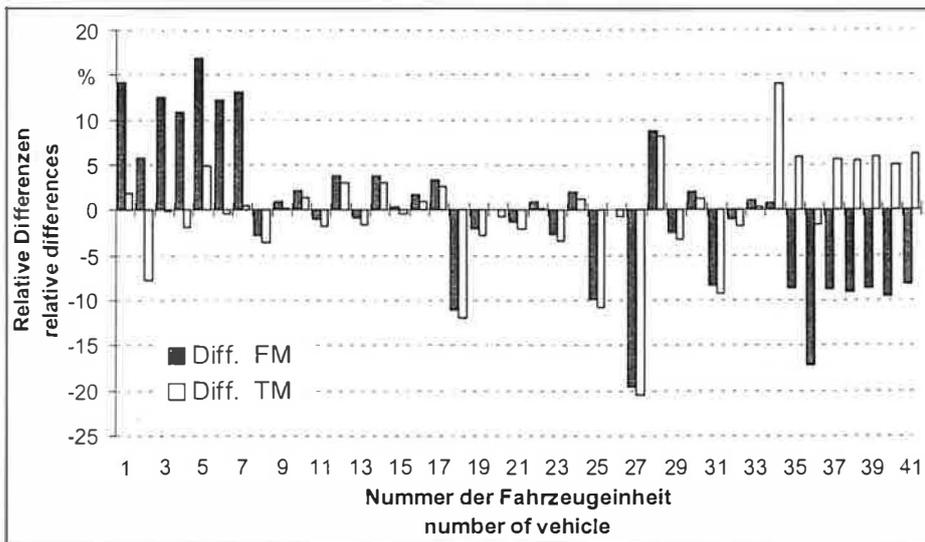


Bild 3: Relative Differenzen von Frisch- und Trockenmasse

Fig. 3: Relative differences between fresh and dry matter

zuerst zu wenig Frischmasse und zum Ende zu viel Frischmasse angezeigt wurde. Dieser Trend ist auf das Reifen der Gerste und auf den damit steigenden Trockensubstanzgehalt zurückzuführen.

Auf Grund der Guteigenschaften verdichteten Halmgutes ist zu erwarten, dass das gewählte Messprinzip die Trockenmasse (TM) besser als die Frischmasse wiedergibt. Mit dieser Eigenschaft würde der begründeten Forderung nach Erfassung des teilflächenspezifischen Trockenmasseertrages zur Bewertung der Ertragsfähigkeit von landwirtschaftlich genutzten Flächen besser Rechnung getragen werden. Bereits Ihle und Dorniß [4] ermittelten einen Zusammenhang zwischen der Schütt- oder Pressdichte (Frischmasse) für Roggen und Gras und dem Trockenmassegehalt TMG in der Form $\rho_{FM} = k / TMG$, wobei k eine Konstante ist.

Wird die Trockenmassedichte ρ_{TM} errechnet, indem die Frischmassedichte ρ_{FM} mit dem Trockenmassegehalt TMG multipliziert wird:

$$\rho_{TM} = (k / TMG) \cdot TMG = k,$$

so zeigt sich, dass sie nicht mehr vom Trockenmassegehalt abhängt und damit konstant ist. Sie führten weiterhin Untersuchungen zum volumetrischen Messprinzip an einem Fortschritt-Feldhäcksler durch und geben einen mittleren Fehler des Durchsatzes, bezogen auf den Mittelwert der gemessenen Durchsatzwerte, von $\pm 8\%$ an. Um diesen Sachverhalt näherungsweise für die eigenen Untersuchungen zu überprüfen, wird verglichen, wie die aus dem Terminal abgelesenen Werte mit den durch Wägung ermittelten Lademassen auf den Anhängern hinsichtlich der Frischmasse und Trockenmasse übereinstimmen. Werden die relativen Differenzen zwischen den Messwerten im Häcksler und der Waage bei der Frischmasse und der Trockenmasse gebildet, so ergibt sich für die Frischmasse eine Standardabweichung der relativen Differenzen von 8,23% und für die Trockenmasse eine Standardabweichung der relativen Differenzen von 5,91%. Durch die um 2,32% geringere Standardabweichung der Trockenmasse wird die aufgestellte These auf der Grundlage der Messdaten gestützt (Bild 3).

Bei der Bewertung der Messgenauigkeiten für die Ertragskartierung muss berücksichtigt werden, dass die Ertragswerte für ein Pixel zur Erstellung der Ertragskarte aus wesentlich weniger durchgesetzter Gutmenge ermittelt werden als für eine Anhängerladung. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die relativen Messfehler für die Ertragskarteneinzelwerte höher als die aus den Anhängerwägungen errechneten sind. Ihre exakte Ermittlung ist nur durch versuchstechnisch aufwendige Untersuchungen möglich.