

Durchsatzmessung bei Feldhäckslern

Grundlage teilflächenspezifischer Landwirtschaft ist die Kenntnis der Ertragsfähigkeit der einzelnen Teilflächen. Im Futterbau ist das Problem einer ausreichend genauen und funktionssicheren Echtzeit-Durchsatzmessung noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Hierzu wurden am Institut für Landtechnik der Universität Bonn drei verschiedene Durchsatzmesssysteme entwickelt und für Anwelkgut getestet.

Dipl.-Ing. agr. Oliver Schmittmann ist wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Landtechnik (Leitung: Prof. Dr.-Ing. Karl-Hans Kromer) der Universität Bonn, Nussallee 5, 53115 Bonn; e-mail: o.schmittmann@uni-bonn.de
M. agr. Abdel Moneim Osman war grad. Student am Institut für Landtechnik in Bonn.

Schlüsselwörter

Teilflächenspezifische Landwirtschaft, Durchsatzmessung, Feldhäckslern

Keywords

Site-specific agriculture, yield monitoring, forage harvester

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 00326 erhältlich oder über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/fliteratur.htm> abrufbar.

Die Anwendung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung im Futterbau berücksichtigt definitionsgemäß die Faktorunterschiede von Standort, Nutzpflanze, Betriebsmitteleinsatz, Technik und Management bezüglich Ertragsbildung, Energiekonzentration und Verdaulichkeit. Hierfür müssen jedoch die Wirkungshöhe und -richtung der Einzelfaktoren für den Schlag oder die Teilfläche bekannt sein. Die Teilflächengröße muss der Heterogenität des Schlages angepasst werden. Im Idealfall kann eine Teilfläche auch ein ganzer Schlag mit einer einheitlichen Bodenfruchtbarkeit sein. Grundlage für eine Optimierung der Produktivität sind die teilflächenbezogene Messung des Ertrages und die Bestimmung relevanter Qualitätsparameter.

Voraussetzung dieser Form einer Präzisionslandwirtschaft sind die Messbarkeit der Faktoreinflüsse und Verfügbarkeit kostengünstiger, funktionssicherer Messsysteme.

Eine der bislang nicht befriedigend gelösten Messaufgaben ist die Ertrags-Echtzeitmessung über die Kopplung von Durchsatz und Georeferenzdaten. Der ortsbezogene Ertrag ist auch Grundlage eines Futter-Managementsystems (Qualität, Erntezeitpunkt, Ernte, Transport, Konservierung und Futtevorlage).

Rahmenbedingungen

Die Ernte von Silomais mit ein- bis achtreihigen oder reihenunabhängigen Schneidwerken, gestiegenen Reihenerträgen und unterschiedlicher Abreife ergibt für Arbeitsgeschwindigkeiten bis 8 km/h einen spezifischen Durchsatz von bis zu 20 t/h pro Reihe oder maximal 30 kg/s beziehungsweise 20 kg TM/s bei einer Gutfeuchte von 65 bis 75 %.

Die Ernte von Anwelkgut erfolgt mit einem Durchsatz von 9 bis 18 kg FM/s oder 3,5 bis 7 kg TM/s bei einer Gutfeuchte von 40 bis 70 %.

Nutzen der Durchsatzmessung

Der Feldhäckslerdurchsatz (in t/h oder t TM/h) ist eine geeignete Messgröße für:

- die Flächenleistung
- den Energiebedarf
- den Leistungsbedarf
- den Verschleiß
- die Wartungsintervalle

Wesentliche Nutzenanwendungen sind:

1. Der Durchsatz ist eine geeignete technische Steuer- oder Regelgröße für die Prozessoptimierung des Feldeinsatzes (Ma

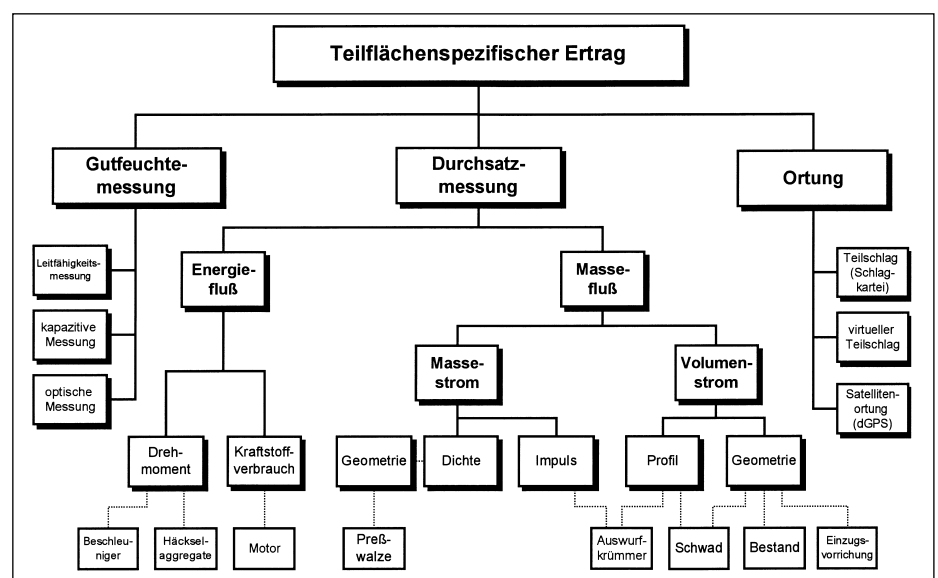


Bild 1: Möglichkeiten zur Ermittlung des teilflächenspezifischen Ertrags bei Feldhäckslern

Fig. 1: Possibilities for ascertaining site specific yield with SP-forage harvesters

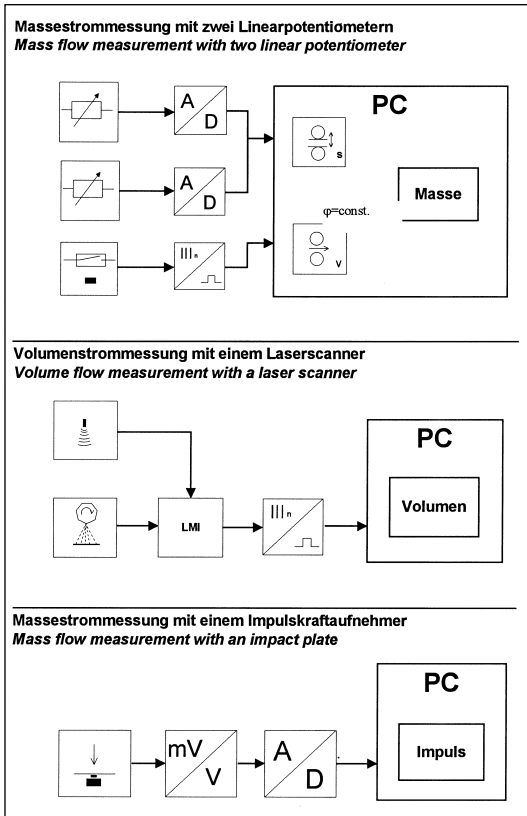


Bild 2: Messketten zur Durchsatzbestimmung

Fig. 2: Measuring systems of determining throughput

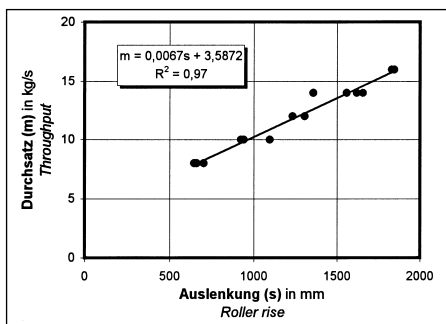


Bild 3: Massestrommessung an den Presswalzen

Fig. 3: Measuring mass flow at press rollers

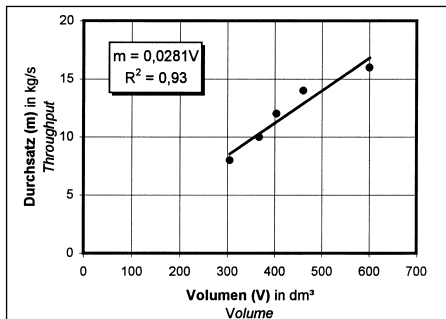


Bild 4: Volumenstrommessung mit Laserscanner

Fig. 4: Measuring volume flow with a laser scanner

schinen-Managementsysteme; etwa der Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit), aber auch zur Teilprozessoptimierung (Nachzerkleinerung und Ermittlung der Instandhaltungsintervalle).

- Die Verrechnung der Arbeitserledigung nach der tatsächlich verrichteten Arbeit bezogen auf die geerntete Masse und die tatsächliche Maschinenbeanspruchung erfolgt nicht mehr nur nach der beernteten Fläche.
- Der Durchsatz mit den Informationen zur Position und Gutfeuchte ergibt den teilflächenspezifischen TM-Ertrag, die entscheidende Größe zur Beschreibung der Standortheterogenität.

Technische Lösungen der Durchsatzmessung

Die messtechnischen Möglichkeiten der teilflächenspezifischen Ertragsmessung sind in Bild 1 systematisiert. Hierbei wird der Durchsatz – die Erntemenge pro Zeiteinheit in Kenntnis der Arbeitsbreite (Reihenanzahl und -abstand) und der Arbeitsgeschwindigkeit – der beernteten Fläche zugeordnet.

Wissenschaftliche Untersuchungen der Durchsatzmessung sind aus der Literatur bereits aus den 60er Jahren bekannt [4, 5], unter geänderten technischen Voraussetzungen von [1, 2, 3, 6, 7].

Die technischen Lösungen der Durchsatzmessung lassen sich unterteilen in die

- direkte und indirekte Messung
- wagen- und häckslergebundene Messung

Direkte Messverfahren des Massestromes sind bei Feldhäckslern ohne Sammelbunker nur durch das Verwiegen der Transportfahrzeuge –kontinuierlich oder absetzig–, also wagengebunden oder durch die Messung des Masseflusses, etwa mit Hilfe einer Prallplatte, zu verwirklichen. Messverfahren, die auf der Dämpfung von kurzweiligen Strahlen basieren, bleiben aus umweltrelevanten Gründen hier unberücksichtigt.

Indirekte Messverfahren basieren auf Verknüpfungsfunktionen, etwa von Drehmoment, Leistungsbedarf und Durchsatz oder Volumen-, Massestrom und Durchsatz.

Messverfahren

1. Durchsatzmessung über Presswalzenauslenkung

Hierfür wird die Volumenstromgeschwindigkeit über die Presswalzenumfangsgeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Gut-Walzen-Schlupfes ermittelt. Die Gutdichte unter der Presswalze ist zu kalibrieren und liegt dann als Verknüpfungsfunktion vor. Für die geometrische Abmessung des Gutstromes wird eine gleichmäßige Verteilung

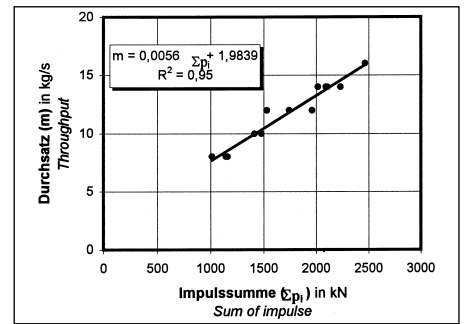


Bild 5: Massestrommessung mit der Prallpalette

Fig. 5: Measuring mass flow with an impact plate

unter der Presswalze vorausgesetzt, so dass sich der Querschnitt aus der Breite des Einzugskanals und der Presswalzenauslenkung errechnen lässt. Die Presswalzendrehzahl wird mit einem Reed-Kontakt aufgenommen. Die Abfragefrequenz beträgt 100 Hz. Die Genauigkeit B beträgt 88 bis 98 % (Bild 2). Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in den geringen Systemkosten von unter 2000 DM.

2. Volumenstrommessung im Auswurfkrümmer

Hierbei wird entweder der Gutstrom-Querschnitt gemittelt (Ultraschall) oder das tatsächliche Profil gemessen (Laserscanner). In einem Abstand von 700 mm wird unterhalb des Auswurfkrümmers ein Laserscanner installiert, der ein 2D-Profil aufnimmt. Die Gutstromlänge wird mittels eines Radarsensors (1 Impuls pro 8 mm) ermittelt. Aus dem 2D Profil und der Wegstrecke wird das Volumen errechnet. Bei einer Abfragefrequenz von 0,5 bis 2 Hz ergibt sich so eine Auflösung von 10 dm³. Problematisch ist die empirische Ermittlung der tatsächlichen Gutstromdichte im Krümmer. Trotzdem kann eine Genauigkeit B bis 93 % erreicht werden (Bild 4). Nachteil dieses Verfahrens sind die höheren Systemkosten, die bei dem sehr eleganten und funktionssicheren Verfahren über 20 000 DM betragen.

3. Massestrommessung am Auswurfkrümmer

Dieses Messverfahren basiert auf der Anwendung der Impulsgesetze. Ein handelsüblicher Impulskraftaufnehmer wurde modifiziert und am Ende des Auswurfkrümmers installiert. Die Abfragefrequenz beträgt 100 Hz. Die mit diesem Verfahren erzielte Genauigkeit B beträgt 75 bis 95 % (Bild 5). Problematisch ist dieses Verfahren dann, wenn die gleichmäßige Beaufschlagung der Prallplatte nicht sichergestellt ist. Die Kosten dieses Messverfahrens betragen in der Praxis voraussichtlich unter 10 000 DM.