

Martin Egbers, Spelle, sowie Christoph-Frederik Kronsbein und Arno Ruckelshausen, Osnabrück

Der Reifegrad bestimmt die Häcksellänge

Erstmals kann durch einen fotooptischen Sensor der Reifegrad der Maispflanze über die Bestimmung der Färbung des eingezogenen Erntegutes während der Ernte erkannt werden. Darauf basierend errechnet eine Regelelektronik die für die Fütterung optimale Häcksellänge. Die hydraulisch angetriebenen Vorpresswalzen werden daraufhin automatisch in ihrer Geschwindigkeit an den Reifegrad des Erntegutes angepasst. Durch diese völlig neuartige Funktion ermöglicht Krone AutoScan die Qualität des Grundfutters zu verbessern.

Bisher war es nicht möglich, die Häcksellängen in heterogenen Beständen automatisch an den jeweiligen Reifezustand anzupassen. Trockener (brauner) Mais sollte kurz gehäckselt werden, um eine bessere Verdichtung im Silostock zu ermöglichen. Feuchter (grüner) Mais sollte länger gehäckselt werden, damit das Futter nicht „vermust“ wird und eine entsprechende Struktur behält. Der Einfluss der Häcksellänge auf die Maissilage ist auch Gegenstand zahlreicher aktueller Untersuchungen [1, 2].

Erfahrungen der Autoren bei der Applikation optoelektronischer Komponenten in der Landtechnik [3, 4] haben zur Entwicklung des Systems „AutoScan“ zur online-Mes-

sung des Reifegrades geführt [5, 6]. So kann auch auf großen Schlägen mit unterschiedlichen Böden die Häcksellänge optimal angepasst werden. Das wiederum garantiert den Erhalt der Futterqualität.

Messprinzip

Das Messprinzip basiert auf dem bekannten spektralen Reflexionsverhalten von Pflanzen. *Bild 1* zeigt ein gemessenes Spektrum eines „grünen“ und eines „braunen“ Maisblattes. Die für Grünpflanzen charakteristische Steigung oberhalb von 700 nm nimmt mit zunehmendem Reifegrad ab, bei „braunen“ Maispflanzen ergeben sich über einen

Bild 1: Typisches spektrales Reflexionsverhalten für eine „grüne“ und eine „braune“ Maispflanze. Die Messung bei selektiven Wellenlängen - etwa λ_1 und λ_2 - ermöglicht eine Messung des Reifegrades.

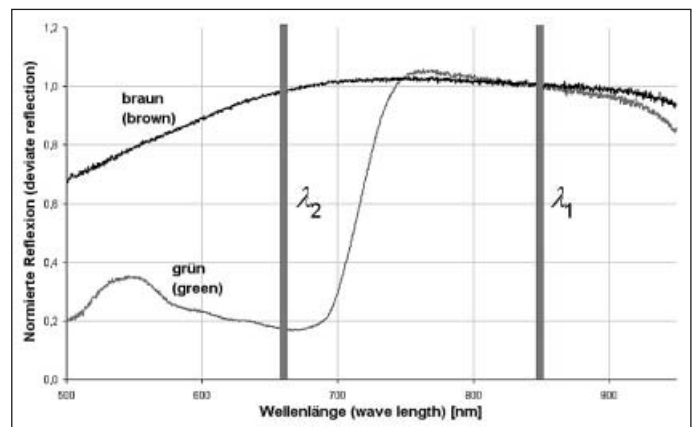


Fig. 1: Typical spectral response of a „green“ and a „brown“ maize plant. The measurement of selective wavelengths - e.g. λ_1 and λ_2 - makes it possible to measure degrees of maturity.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Egbers ist Mitarbeiter im Bereich K&E/ Elektronik der Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, Heinrich-Krone-Str. 10, 48480 Spelle; e-mail: martin.egbers@krone.de
 Dipl.-Ing. (FH) Christoph-Frederik Kronsbein und Prof. Dr. Arno Ruckelshausen sind tätig im Forschungsschwerpunkt Intelligente Sensorysysteme ISYS an der Fachhochschule Osnabrück, Albrechtstr. 30, 49076 Osnabrück; e-mail: c.kronsbein@add-com.de; a.ruckelshausen@fhos.de

Schlüsselwörter

Fotooptischer Sensor, Reifegrad, Häckselschnitt

Keywords

Photo-optical sensor, degree of maturity, cutting length

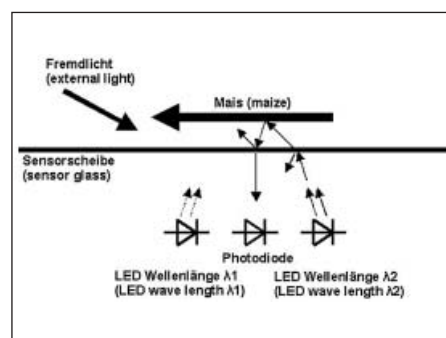


Bild 2: Messprinzip zur Bestimmung des Reifegrades von Mais (links) und Integration des Sensorsystems im Maisvorsatz des BiG X Feldhäckslers (rechts)

Fig. 2: Principle of measurement for determining the degree of maturity for maize (left) and integration of the sensor system into the maize header of the BiG X forage harvester (right)

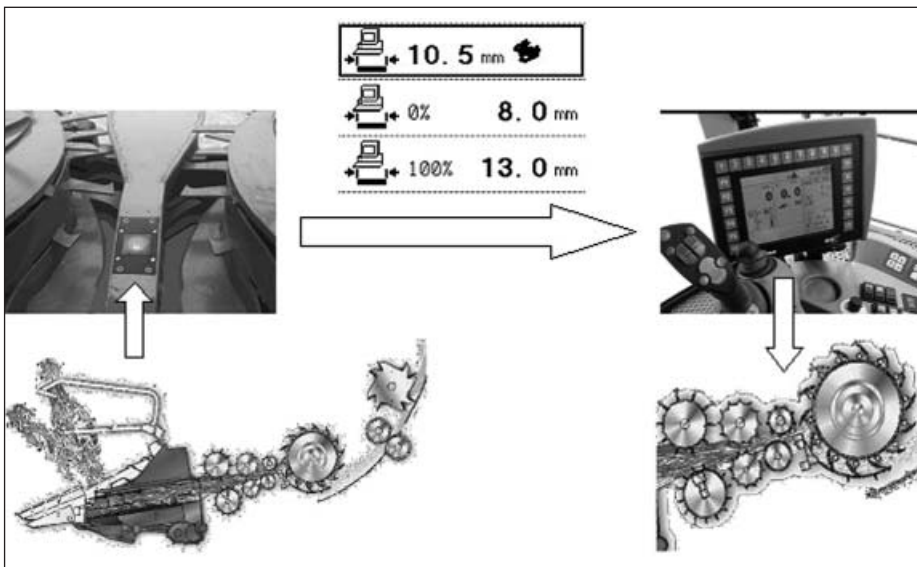


Bild 3: Systemintegration des AutoScan-Sensors

Fig. 3: System integration of the AutoScan sensor

sehr großen Spektralbereich von etwa 650 bis 900 nm ähnliche Werte. Wie bei der Definition des NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) als Maß für die physiologische Aktivität von Pflanzen kann man zwei selektive Wellenlängen zur Bestimmung des Reifegrades auswählen. So ist beispielsweise das Verhältnis der in Bild 1 markierten Wellenlängen λ_1 und λ_2 hierfür gut geeignet.

Praxisanforderungen zur Umsetzung des Messprinzips sind:

- Messposition im Maisvorsatz
- Kontaktverhalten der Maispflanzen
- Machbarkeit optischer Messungen im Maisvorsatz (Störgrößen wie beispielsweise Sonnenlicht)
- Dynamische punktweise Messung bei zwei (oder mehreren) Wellenlängen
- Filterung von Störsignalen (Beispiele: keine Pflanze, Sonnenlicht)
- Mittelungsverfahren

AutoScan

Bild 2 zeigt ein Schema zum realisierten Sensorsystem „AutoScan“. Der Mais wird über eine optisch transparente Sensorscheibe geführt. Hierbei wird der Effekt der „Selbstreinigung“ der Oberfläche durch die Maispflanzen ausgenutzt. Die Lichtquellen (LEDs) werden gepulst betrieben, so dass Störgrößen eliminiert werden können. Es werden Relativmessungen der ausgesuchten Wellenlängen durchgeführt. Durch die Unabhängigkeit von absoluten Werten können sich Schwankungen der Signale nicht so störend bemerkbar machen.

Systemintegration

Der Sensor (siehe Bild 2, rechts) am Maisvorsatz erkennt durch Farbgleich automatisch die aktuellen Reifezustände der Maispflanzen:

- Dunkelgrün: Feuchte Pflanze

- Braun: Trockene Pflanze
- Zwischen diesen beiden Farben kann der Sensor durch einen elektronischen Algorithmus stufenlos verschiedene Reifezustände (also Trockenmassegehalte) unterscheiden. Hiermit wird jedem Farbzustand ein entsprechender TM-Gehalt der Pflanze zugeordnet. Jedem TM-Gehalt sind wiederum entsprechende Hacksellängenabstufungen zwischen zwei vorwählbaren Minimal- und Maximalabstufungen hinterlegt.

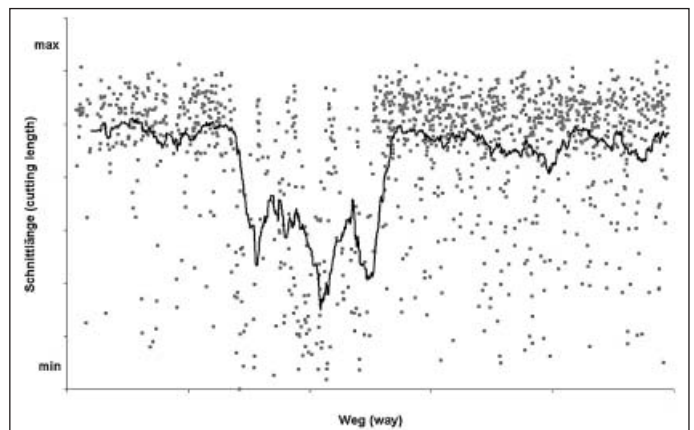
Bild 3 zeigt die geschlossene Wirkungskette des AutoScan-Sensors. Durch Vorgabe der minimalen und maximalen Schnittlängen errechnet die AutoScan-Regelelektronik die optimale Hacksellänge für die jeweiligen Maispflanzen innerhalb des vom Fahrer vorgegebenen „Korridors“. Die hydraulisch angetriebenen Vorpressewalzen werden daraufhin entsprechend in ihrer Geschwindigkeit verstellt. Diese führt dann automatisch zu einer Veränderung der Hacksellänge.

Feldversuche

Die Messungen (siehe Beispiel in Bild 4) belegen, dass auf Basis der selbstreinigenden Effekte und Signalfilterungen eine quantitative optoelektronische Messung des Reifegrades im Maisvorsatz durchgeführt werden kann.

Bild 4: Messergebnisse in einem präparierten heterogenen Bestand

Fig. 4: Measurement results in a primed heterogeneous crop



Zusammenfassung

AutoScan wurde in ersten Feldversuchen erfolgreich getestet. Die Optimierung der Hackschneidlängen bedeutet letztendlich Verringerung des wirtschaftlichen Risikos durch bessere Gärqualität und optimierte Struktur des Grundfutters. Die Qualität des Grundfutters wird deutlich gesteigert und es werden verbesserte tierische Leistungen erzielt. Vorteile von AutoScan sind:

- Automatische online-Erkennung der Reifezustände im Mais
- Automatisierter Ablauf - und optimierte Anpassung der Hackschneidlänge
- „Stabilere“ Silage
- Automatische Optimierung der Futterstruktur
- Elektronische Dokumentation (in Verbindung mit GPS)
- Entlastung des Fahrers

Literatur

- [1] Wagner, A., K. Leurs und W. Büscher: Silomais - Einfluss der Hackschneidlänge auf Verdichtung, Silierung und Nacherwärmung. Landtechnik 60 (2005), H.1, S. 22-23
- [2] Mölder, R.: Was bringen größere Hackschneidlängen beim Silieren von Mais? profi 17 (2005), H. 3, S. 62-64
- [3] Ruckelshausen, A., A. Linz, L. Huntemann, F. Maßbaum und G. Baier: Fremdlichtunabhängige Messung der Flächenbelegung in Pflanzenkulturen: Entwicklung von Low-Cost-Systemen mit neuen Spektro Sensoren und gepulster Beleuchtung. 60. Internationale Tagung Landtechnik 2002, Halle, VDI-Verlag, VDI-Berichte 1716, 2002, S. 145-150
- [4] Thörsink, G., J. Preckwinkel, A. Linz, A. Ruckelshausen und J. Marquering: Optoelektronisches Sensorsystem zur Messung der Pflanzenbestandsdichte. Landtechnik 59 (2004), H. 2, S. 78-79
- [5] Egbers, M., C. Kronsbein und A. Ruckelshausen: Online-Messung des Reifegrades von Maispflanzen zur Optimierung der Hackschneidqualität. 63. Internationale Tagung Landtechnik 2005, Hannover, VDI-Verlag, VDI-Berichte 1895, 2005, S. 337-341
- [6] Eikel, G.: Leistung in XXL. profi 17 (2005), H. 12, S. 60-64