

Online-Messung des Reifegrades von Maispflanzen zur Optimierung der Häckselqualität

Optimization of chaff quality for maize plants by online measurements of the degree of maturity

Dipl.-Ing. (FH) **M. Egbers**, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH
Dipl.-Ing. (FH) **C. Kronsbein**, Prof. Dr. **A. Ruckelshausen**,
Fachhochschule Osnabrück

Abstract

The chaff quality for maize plants is strongly influenced by the cutting length, which can be varied manually for modern maize harvesters. The decision is based on the degree of maturity of maize plants. The new system AutoScan-Sensor has been developed which allows the measurement of this parameter under various disturbances. The sensor is based on pulsed LED light sources and a microcontroller based software for filtering purposes and statistical analysis. The system is located in the maize header thereby taking profit of self cleaning effects caused by the maize plants passing by. The measured degree of maturity is converted to cutting lengths and thus is an option for a fully automatic cutting length variation during maize harvesting.

1. Einleitung

Der Reifegrad der Maispflanzen während des Erntevorgangs bestimmt maßgeblich die Häcksellänge für eine optimale Silagequalität. Der Einfluss der Häcksellänge auf die Maissilage ist Gegenstand zahlreicher aktueller Untersuchungen (z.B. [1],[2]). Darüber hinaus gibt es Auswirkungen auf Betriebsparameter des Feldhäckslers bzgl. der Durchsatzleistung und des Kraftstoffverbrauchs.

Während bei modernen Maishäckslern eine Variation der Häcksellänge durch den Fahrer während des Erntevorgangs Stand der Technik ist, gibt es noch keine Lösung zur online-Messung des Reifegrades als Schlüsselkomponente zur

vollautomatischen Anpassung der Häcksellänge an die Ernteguteigenschaften. Die Verfügbarkeit eines solchen Sensorsystems hätte sowohl Qualitätsverbesserungen als auch eine weitere Entlastung des Fahrers zur Folge. Bereits die manuelle Variation der Häcksellänge über das Terminal während des Erntevorgangs hat im Vergleich zu einer Unterbrechung des Erntevorgangs in Verbindung mit einer mechanischen Anpassung zu Verbesserungen geführt.

Erfahrungen der Autoren bei der Applikation optoelektronischer Komponenten in der Landtechnik (z.B. [3],[4]) haben zur Entwicklung des Systems „AutoScan-Sensor“ zur online-Messung des Reifegrades geführt, welches in einen Maishäcksler integriert wurde und in Feldversuchen erfolgreich getestet wurde.

2. 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 sehr großen Spektralbereich von ca. 650 bis 900 nm ähnliche Werte. Ähnlich 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.

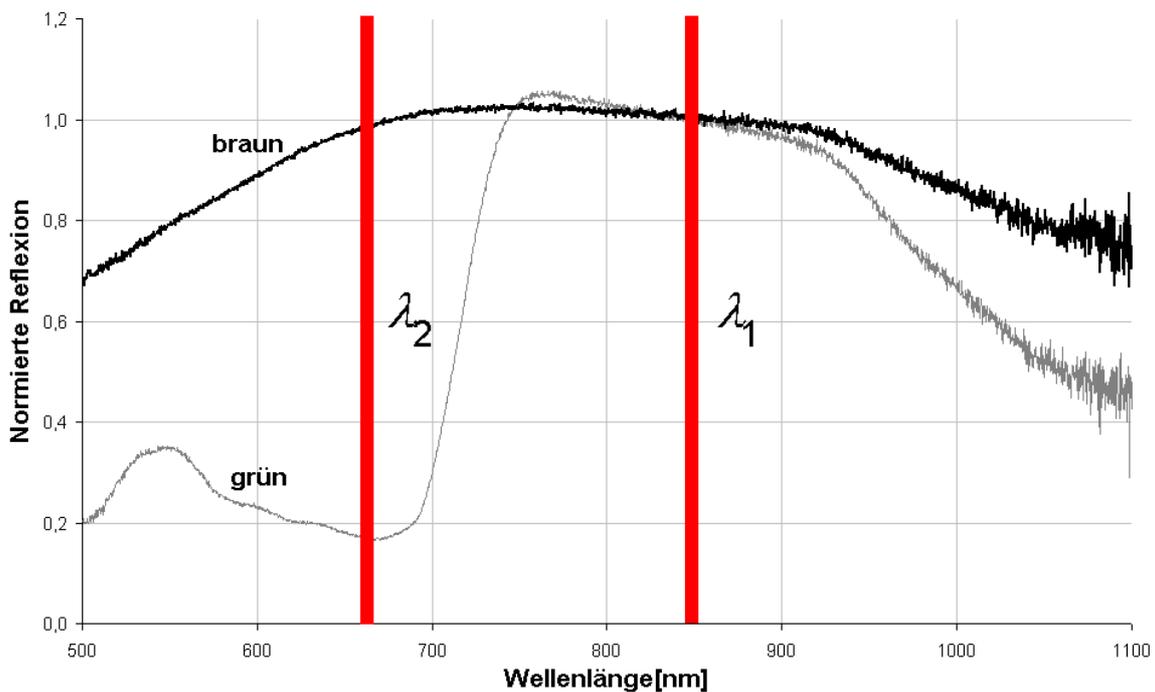


Bild 1: Typisches spektrales Reflexionsverhalten für eine „grüne“ und eine „braune“ Maispflanze. Die Messung bei selektiven Wellenlängen - z.B. λ_1 und λ_2 - ermöglicht eine Messung des Reifegrades.

Fig. 1: Typical spectral response of a „green“ and a „brown“ maize plant. The measurement at selective wave lengths - e.g. λ_1 and λ_2 - allows a detection of the degrees of maturity.

3. AutoScan-Sensor

Die Spektren in Bild 1 wurden unter Laborbedingungen vorgenommen, d.h. die Messung erfolgte statisch ohne den Einfluss von Störgrößen, und die Objekte nahmen 100 % der Messfläche des Spektrometers ein. Zur Entwicklung eines feldtauglichen Messsystems sind die beiden aufgeführten Randbedingungen jedoch nicht erfüllt, insbesondere stellt sich die Frage der Anwendungsmöglichkeit eines optischen Sensorsystems im Erntegutstrom.

Bild 2 zeigt ein Schema zum realisierten Sensorsystem „AutoScan-Sensor“. Der Mais wird über eine optisch transparente Sensorscheibe geführt. Hierbei wird der Effekt der „Selbstreinigung“ der Oberfläche durch die Maispflanzen ausgenutzt. Weiterhin wird eine Relativmessung bei 2 Wellenlängen durchgeführt, so dass Veränderungen der Sensorscheibenoberfläche detektiert werden können – bis hin zu einer

Alarmmeldung bei Fehlfunktion. Die Lichtquellen (LEDs) werden gepulst betrieben, so dass Störgrößen eliminiert werden können.

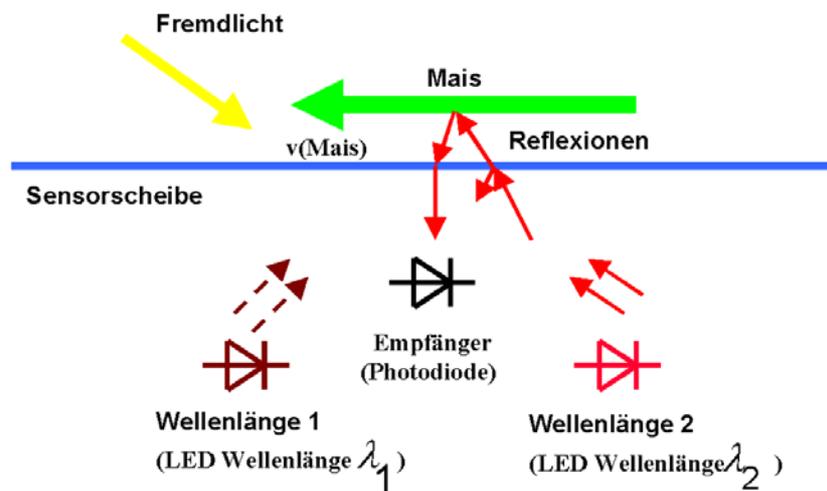


Bild 2: Messprinzip zur Bestimmung des Reifegrades von Mais.

Fig. 2: Principle of measurement for the detection of the degree of maturity for maize.

Charakteristische Merkmale des Sensorsystems sind:

- Es werden schmalbandige Lichtquellen (z.B. LEDs) verwendet, die das Erntegut beleuchten.
- Die Wellenlängen der Lichtquellen werden aufgrund der zu messenden Signatur gezielt ausgewählt (siehe Bild 1).
- Die Lichtquellen werden gepulst betrieben, so dass zwei (oder mehr) Wellenlängen verwendet werden können.
- Die Pulsung erlaubt eine selektive Detektion von Störgrößen (z.B. „kein Erntegut“, „Sonnenlicht“), da sich die Signaturen in diesen Fällen von der des Erntegutes unterscheiden.
- Die Pulsung erfolgt so schnell (Analogelektronik), dass die Messungen quasi am gleichen Messpunkt durchgeführt werden.
- Es werden Relativmessungen der ausgesuchten Wellenlängen durchgeführt. Hierdurch entsteht eine Unabhängigkeit von absoluten Werten, die durch Schwankungen der Signale oder Kratzer auf der Abdeckung entstehen können.

- Es wird eine einzelne Fotodiode (Fotoempfänger) verwendet, so dass Relativmessungen unabhängig von Bauteilestreuungen sind.

4. Systemintegration

Die LEDs und die Fotodiode werden über einen Mikrocontroller angesteuert bzw. ausgelesen. Auf Basis der bekannten Signaturen für Erntegut und Störgrößen werden die Daten gefiltert. Die bereinigten Messdaten (Quotienten) werden statistisch ausgewertet, gemittelt und auf Basis der abgelegten Kalibrierungen in eine relative Schnittlänge umgerechnet. Über die CAN-Schnittstelle des Mikrocontrollers wird dem Fahrer diese Information bereitgestellt. Der Fahrer trifft die Zuordnung der relativen Schnittlänge zu einer absoluten Schnittlänge (z.B. von 4 bis 22 mm). Hierdurch kann die Häcksellänge einerseits voll automatisiert verändert werden, andererseits basiert die Festlegung des landwirtschaftlich sinnvollen Dynamikbereiches auf den Erfahrungen des Anwenders.

Der Sensor (siehe Bild 3, links) wird in den Einzugsbereich des Maisvorsatzes integriert, so dass einerseits keine Störung des Erntegutflusses erfolgt und andererseits eine hohe Kontaktwahrscheinlichkeit des Erntegutes mit der Sensorscheibe vorliegt (siehe Bild 3, rechts).



Bild 3: links: optoelektronisches Sensorsystem zur online-Messung des Reifegrades von Mais, rechts: Integration des Sensorsystems im Maisvorsatz des BiG X Feldhäckslers.

Fig. 3: left: optoelectronic sensors system for detection the degree of maturity of maize plants, right: integration of the sensor system into the maize header of the BiG X forage harvester.

5. Ergebnisse und Ausblick

Der AutoScan-Sensor wurde in Feldversuchen erfolgreich getestet. Die Messungen belegen, dass auf Basis der selbstreinigenden Effekte und Signalfilterungen eine optoelektronische Messung im Maisvorsatz durchgeführt werden kann. Zur Untersuchung von Langzeiteffekten und variablen Ernte- und Feldbedingungen werden weitere Versuche zur vollautomatischen Einstellung der Häcksellänge auf Basis der Messwerte des AutoScan-Sensors durchgeführt. Die Schnittstelle zum Fahrer wird bezüglich der Mittelungsbereiche (Wegstrecke) und Dynamik der Häcksellängenwerte optimiert.

Literaturverzeichnis

- [1] Wagner,A.; Leurs,K.; Büscher,W.; "Silomais - Einfluss der Häcksellänge auf Verdichtung, Silierung und Nacherwärmung", Landtechnik 60 (2005), H.1, S.22-23.
- [2] Mölder, R.; „Was bringen größere Häcksellängen beim Silieren von Mais ?“, profi 3/2005, S.62-64.
- [3] Ruckelshausen,A.; Linz,A.; Huntemann,L.; Maßbaum,F.; Baier,G.; "Fremdlichtunabhängige Messung der Flächenbelegung in Pflanzenkulturen: Entwicklung von Low-Cost-Systemen mit neuen Spektorsensoren und gepulster Beleuchtung", 60. Internationale Tagung Landtechnik 2002, Halle, VDI-Verlag, VDI-Berichte 1716, S.145-150, 2002.
- [4] Thösink, G.; Preckwinkel,J.; Linz,A.; Ruckelshausen,A.; Marquering,J.; "Optoelektronisches Sensorsystem zur Messung der Pflanzenbestandsdichte", Landtechnik 59, S.78-79, 2004.